



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la
productividad del área de producción de una empresa ladrillera,
Carabaylo, 2016**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Luis Edu Merino Espinoza

ASESOR

Ing. José Pablo Rivera Rodríguez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

SISTEMAS DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

Página del jurado

Mg.

Mg. Guido Rene Suca Apaza

Presidente

Mg. Ronald Fernando Dávila

Laguna

Secretario

Mg. José La Rosa zeña Ramos

Vocal

Dedicatoria

La presente tesis es para Dios, por ser el guía de todo este andar y acceder a concederme los logros de hoy. A mis padres, por su respaldo y afecto en todo momento.

Agradecimiento

Agradezco a los profesores de la Universidad César Vallejo, por los alcances teóricos brindados en la elaboración de la tesis.

También expreso mi sincero agradecimiento a la empresa en estudio, por la accesibilidad y el apoyo recibido.

Declaración de autenticidad

Yo, Luis Edu Merino Espinoza con DNI N° 41568520, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo documento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de la información aportada; por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad César Vallejo.

Lima, Octubre de 2017.

.....
Luis Edu Merino Espinoza
D.N.I. N° 41568520

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y de Títulos de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos para obtener el título profesional de INGENIERO INDUSTRIAL.

La investigación se ha estructurado en ocho capítulos según el esquema de investigación propuesto por la universidad. En el capítulo I, la introducción de la investigación con la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos. En el capítulo II se presenta el método con el diseño de investigación, las variables y su operacionalización, la población y la muestra, técnicas e instrumentos, métodos de análisis y aspectos éticos. En el capítulo III se presentan los resultados. En el capítulo IV, se expone la discusión de los resultados. En el capítulo V se formulan las conclusiones. En el capítulo VI se presentan las recomendaciones. Por último, en el capítulo VII se muestran las referencias y en el capítulo VIII los anexos de la investigación.

Con el cumplimiento de los aspectos en mención, se espera actuar de conformidad a las exigencias de la Universidad César Vallejo.

Luis Edu Merino Espinoza

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Trabajos previos	23
1.2.1. A Nivel Internacional	23
1.2.2. A Nivel Nacional	27
1.3. Teorías relacionadas al tema	31
1.3.1. Mantenimiento Productivo Total	31
1.3.2. Productividad	40
1.4. Formulación del problema	44
1.4.1. Problema general	44
1.4.2. Problemas específicos	44
1.5. Justificación del estudio	44
1.5.1. Justificación teórica	44
1.5.2. Justificación práctica	45
1.5.3. Justificación económica financiera	45
1.5.4. Justificación metodológica	46
1.6. Hipótesis	46
1.6.1. Hipótesis general	46
1.6.2. Hipótesis específicas	46
1.7. Objetivos	46
1.7.1. General.	46

1.7.2.Específicos	46
II. MÉTODO	48
2.1.Diseño de investigación	49
2.1.1.Método hipotético-deductivo	49
2.1.2.Aplicada	49
2.1.3.Explicativo	49
2.1.4.Enfoque cuantitativo	49
2.1.5.Diseño cuasi experimental	50
2.1.6.Investigación longitudinal	50
2.2. Variables, operacionalización	50
2.2.1.Operacionalización de variables	52
2.3. Población y muestra	53
2.3.1.Población	53
2.3.2.Muestra	53
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
2.4.1.Técnicas	53
2.4.2.Instrumentos de recolección de datos	54
2.4.3.Validez	54
2.4.4.Confiabilidad	54
2.5. Métodos de análisis de datos	54
2.5.1.Estadística Descriptiva	54
2.5.2.Estadística Inferencial	54
2.6. Aspectos éticos	55
2.7. Desarrollo de la propuesta	55
2.7.1.Situación Actual	55
2.7.2.Propuesta de mejora	77
2.7.3.Plan de implementación del Mantenimiento Productivo Total	78
2.7.4.Resultados	97
2.7.5.Análisis Económico Financiero	100
III. RESULTADOS	102
3.1.Análisis descriptivos	103
3.1.1.Variable dependiente: Productividad	103
3.1.2.Variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia	105
3.1.3.Variable dependiente – dimensión 2: Eficacia	107

3.2. Análisis inferencial	109
3.2.1. Prueba de hipótesis variable dependiente: Productividad	109
3.2.2. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia	111
3.2.3. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 2: Eficacia	113
IV. DISCUSIÓN	115
V. CONCLUSIÓN	118
VI. RECOMENDACIONES	120
VII. REFERENCIAS	122
VIII. ANEXOS	131

Índice de Tablas

Tabla 1. Lluvia de ideas de causas de baja productividad.	18
Tabla 2. Causas según Ishikawa.	20
Tabla 3. Análisis de las causas mediante Pareto.	21
Tabla 4. Propuesta por cada oportunidad de mejora.	21
Tabla 5. Etapas comprendidas en cada fase de implementación de TPM.	35
Tabla 6. Factores que afectan la productividad de una empresa.	42
Tabla 7. Operacionalización de variables.	52
Tabla 8. Información de dimensiones del mantenimiento antes de la implementación.	74
Tabla 9. Producción semanal de ladrillos antes.	75
Tabla 10. Horas máquinas en la producción semanal de ladrillos antes.	76
Tabla 11. Productividad, eficiencia y eficacia antes de la implementación.	76
Tabla 12. Matriz de priorización de problemas a resolver.	77
Tabla 13. Cronograma de implementación.	78
Tabla 14. Etapa de inicio	81
Tabla 15. Mantenimiento autónomo	81
Tabla 16. Eficacia de los equipos	81
Tabla 17. Mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo	81
Tabla 18. Total presupuesto.	81
Tabla 19. Lista de equipos, herramientas seleccionados para el mantenimiento	86
Tabla 20. Codificación de equipos	87
Tabla 21. Actividades de lubricación	90
Tabla 22. Actividades eléctricas	90
Tabla 23. Valores de motores eléctricos	91
Tabla 24. Actividades mecánicas	91
Tabla 25. Plan de actividades de mantenimiento	92
Tabla 26. Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo.	93
Tabla 27. Cronograma de implementación del mantenimiento autónomo.	95
Tabla 28. Información de dimensiones del mantenimiento antes de la implementación.	97
Tabla 29. Producción semanal de ladrillos después.	98
Tabla 30. Horas máquina de producción semanal de ladrillos después.	99

Tabla 31. Productividad, eficiencia y eficacia después de la implementación.	99
Tabla 32. Flujo de caja económico	100
Tabla 33. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)	101
Tabla 34. Relación costo/ beneficio.	101
Tabla 35. Matriz de datos observados: Productividad.	103
Tabla 36. Resultados estadísticos: Productividad.	103
Tabla 37. Matriz de datos observados: Eficiencia.	105
Tabla 38. Resultados estadísticos: Eficiencia.	105
Tabla 39. Matriz de datos observados: Eficacia.	107
Tabla 40. Resultados estadísticos: Eficacia.	107
Tabla 41. Prueba de normalidad: Productividad.	109
Tabla 42. Determinación de normalidad: Productividad.	109
Tabla 43. Prueba T para muestras relacionadas: Productividad.	110
Tabla 44. Correlaciones de muestras relacionadas.	110
Tabla 45. Prueba de muestras relacionadas: Productividad.	110
Tabla 46. Prueba de normalidad.	111
Tabla 47. Determinación de normalidad.	111
Tabla 48. Prueba T para muestras relacionadas: Eficiencia.	112
Tabla 49. Correlaciones de muestras relacionadas.	112
Tabla 50. Prueba de muestras relacionadas: Eficiencia.	112
Tabla 51. Prueba de normalidad: Eficacia.	113
Tabla 52. Determinación de normalidad. Eficacia.	113
Tabla 53. Prueba T para muestras relacionadas: Eficacia.	114
Tabla 54. Correlaciones de muestras relacionadas.	114
Tabla 55. Prueba de muestras relacionadas: Eficacia.	114

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama causa-efecto	19
Figura 2. Diagrama de Pareto	22
Figura 3. Pirámide de solución jerárquica de fallas.	34
Figura 4. Mapa de procesos	58
Figura 5. Distribución de planta.	61
Figura 6. Área de producción	62
Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de ladrillos.	63
Figura 8. Diagrama de análisis de procesos de ladrillos (DAP)	65
Figura 9. Molienda	66
Figura 10. Extrusora	67
Figura 11. Cortadora o Guillotina de molde de ladrillo	67
Figura 12. Rodillos transportadores de ladrillo	68
Figura 13. Horno secadero.	68
Figura 14. Pinza apiladora.	69
Figura 15. Ingreso al horno de coches crudos de ladrillos.	69
Figura 16. Salida del horno ladrillos cocidos	70
Figura 17. Pinza descargadora.	70
Figura 18. Paletizadora.	71
Figura 19. Personal capacitado operando la maquina descargadora.	71
Figura 20. Personal capacitado operando la extrusora de formado.	72
Figura 21. Maquina trabajando después de la aplicación del TPM.	72
Figura 22. Personal en la capacitación para la aplicación de TPM.	82
Figura 23. Personal recibiendo charlas (TPM) antes de comenzar el turno de trabajo.	83
Figura 24. Organigrama del mantenimiento	84
Figura 25. Línea de producción de las maquinas en la empresa.	85
Figura 26. Personal capacitado realizando mantenimiento a los motores.	93
Figura 27. Histograma: Productividad.	104
Figura 28. Histograma: Eficiencia.	106
Figura 29. Histograma: Eficacia.	108

Resumen

Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016, es el título del estudio que tuvo por objetivo determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016. El propósito fue incrementar la productividad haciendo uso del método de ingeniería TPM.

La investigación fue de tipo de investigación aplicada de nivel explicativo. El diseño de estudio fue cuasi experimental, de corte longitudinal y de enfoque cuantitativo. La población de estudio estuvo conformada por la producción durante 16 semanas recolectadas en hojas de registro. La muestra fue la producción durante 16 semanas, recolectadas en 16 observaciones en hojas de registro, debido a que los datos serán tomados semanalmente durante seis meses entre Agosto y Noviembre de 2016 para el pre test y en el período de Enero a Abril 2017 para el post test.

Los resultados indican que la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016. La media de la productividad antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 67.95% (292,273 ladrillos), y la media de la productividad después del Mantenimiento Productivo Total fue de 95.48% (572,939 ladrillos).

Palabras clave: Mantenimiento Productivo Total, Productividad, eficiencia, eficacia.

Abstract

"Application of Total Productive Maintenance to improve the productivity of the production area of a brick factory, Carabayllo, 2016" is the title of the study that aimed to determine how the application of Total Productive Maintenance improves the productivity of the production area Of the brick company, Carabayllo, 2016. The purpose was to increase productivity by using the TPM engineering method.

The methodology used refers to a type of applied research of explanatory level. The study design was quasi experimental, longitudinal cut and quantitative approach. The study population consisted of the production for 16 weeks collected on record sheets. The sample was the production for 16 weeks, collected in 16 observations in record sheets, because the data will be taken weekly for six months between August and November 2016 for the pretest and in the period from January to April 2017 for the Post test.

The results indicate that the application of Total Productive Maintenance significantly improves the productivity of the production area of the brick factory, Carabayllo, 2016. The average productivity before Total Productive Maintenance was 67.95% (292,273 bricks), and the average productivity after Total Productive Maintenance was 95.48% (572,939 bricks).

Key words: Total Productive Maintenance, Productivity, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El sector de la construcción sigue en crecimiento a nivel mundial y en recuperación en los países afectados por la burbuja inmobiliaria. La industria ladrillera en Estados Unidos como en Europa viene recuperándose de ella, mientras en Latinoamérica ha seguido en crecimiento.

En volumen, Colombia en la industria del ladrillo contaba con 490 mil productos entre ladrillos, tejas, baldosas y enchapes, registrando ventas por 140.000 millones de pesos anuales en el año 2004 (Nulivalue, 2004). En México la preocupación por la industria ladrillera estriba en la contaminación en la producción, por lo que se impulsa desechar tal tecnología por hornos con paredes fijas con inyección de aire con fondos estatales (Barrera, 2016).

El Perú tiene una industria ladrillera que mostró un crecimiento aproximado de 20% en el año 2010, encontrándose su mayor competencia en las empresas ladrilleras informales en las provincias. El presidente ejecutivo de La Tercer S.A.C., de ladrillos Fortes y Sipán aseguró que en 2010, en Lima, la informalidad alcanzaba el 30%, lo que equivale a S/.100 millones anuales, llegando en provincias a ser el 70%, incrementándose entre 5% y 10% al 2013. (Pajuelo, 2013). Para el 2016, las empresas ladrilleras optaron por mejorar su capacidad instalada y descentralizar su oferta en las regiones, dado que la oferta llega a los mismos niveles de demanda, lo que ha dado lugar a nuevas empresas ladrilleras, por lo que la industria mueve unos US\$ 250 millones y presenta un crecimiento de 5% anual en sus ingresos (Pajuelo, 2016). Las empresas que captan el 41% de estas ventas son Diamante, Lark, Rex, Pirámide, Fortes y Sagitario. En Lima Metropolitana, se consumen 10 mil toneladas diarias de ladrillos, lo que hace ver una tendencia a la baja en el precio del ladrillo (Pajuelo, 2016).

La empresa ladrillera en estudio es Cerámicos Peruanos S.A. dedicada a la elaboración y comercialización de ladrillos. Nació como un grupo familiar perteneciente a la familia Torpoco Cerrón, creada en el distrito de Zárate labrando ladrillos artesanalmente, atomizándose después los procesos en el área de

molienda y formado. Actualmente, la planta de ladrillos es la más grande del Perú y de América Latina en la que laboran 500 personas de manera directa y 300 personas de forma indirecta. Cerró con un crecimiento de 10% en el 2015 y tiene una participación de 28% del mercado formal de ladrillos. Piensa expandirse para el 2017 con una planta fuera de Lima con lo que lograría crecer en 15%. Dentro de sus productos se cuentan tres tipos de ladrillos: para muro, techos y acabados, y tejas en poca proporción. Para el 2017 proyecta nuevos productos como tejas, baldosas, pisos, cerámicos (Palomino, 2016).

Actualmente, la empresa presenta un grave problema en su producción por lo que presenta baja productividad, presentando como causas las siguientes: No hay mantenimiento preventivo, falta de repuestos para las máquinas, faltas constantes por problemas eléctricos y mecánicos, cadenas y fajas en mal estado, máquinas con repuestos en mal estado.

Como efecto se produce la merma en su producto terminado, por las constantes paradas, falta de mantenimiento, falta de repuestos y herramientas que hacen que se produzca paradas innecesarias en la línea de producción. Por ello, se aplicará el mantenimiento productivo total para mejorar la productividad y evitar paradas innecesarias en la línea. Ello permitirá mejorar la calidad en la producción y la rentabilidad, obteniendo mayores ingresos y una producción constante y efectiva, dado que la empresa genera actualmente una pérdida de \$2 160,00 por hora de parada en la línea.

Reunido el equipo de la línea de producción, se procedió a realizar una lluvia de ideas, identificando las siguientes causas para la baja productividad:

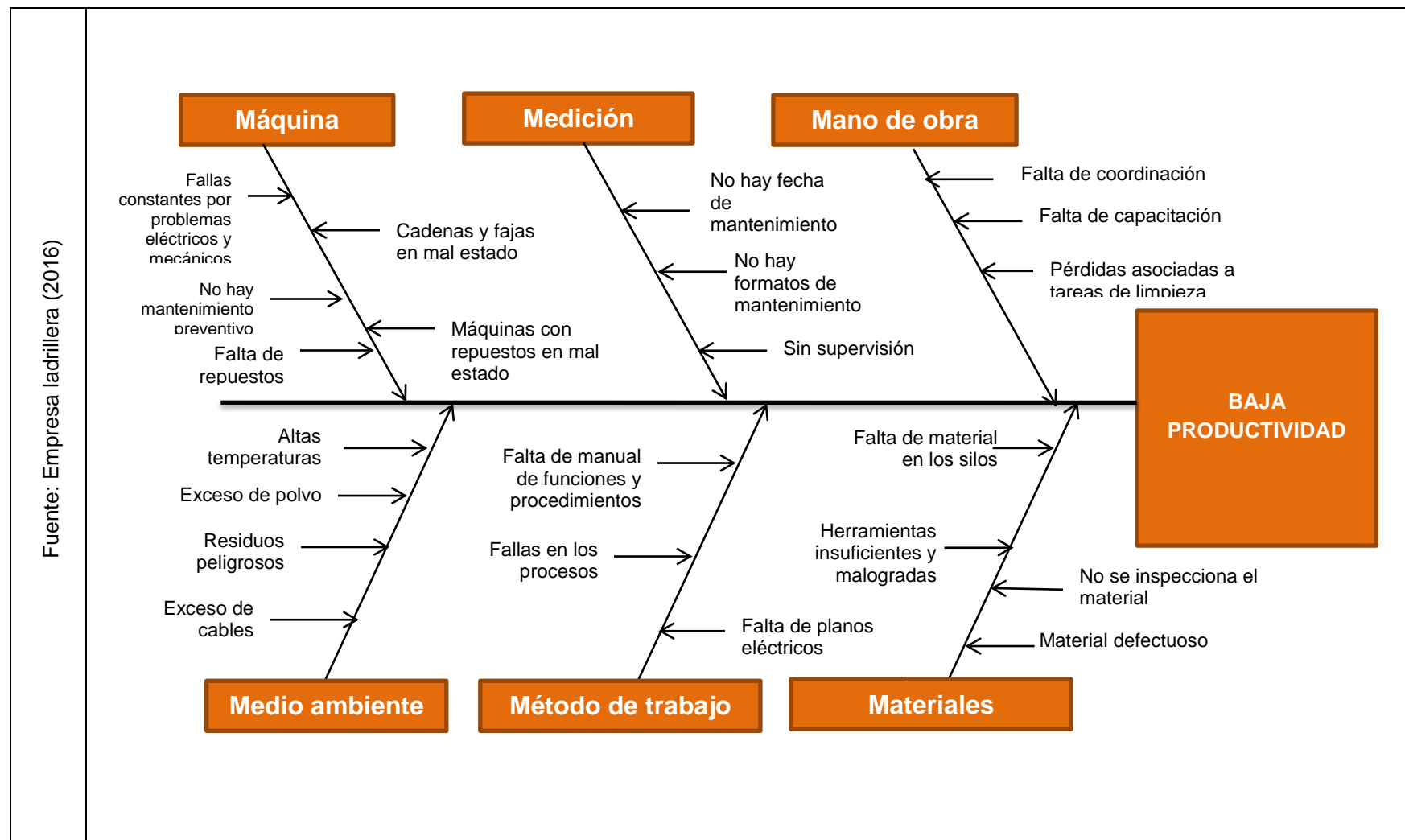
Tabla 1. Lluvia de ideas de causas de baja productividad.

C	Causas
C1	Fallas constantes por problemas eléctricos y mecánicos
C2	No hay mantenimiento preventivo
C3	Falta de repuestos
C4	Cadenas y fajas en mal estado
C5	Máquinas con repuestos en mal estado
C6	No hay fecha de mantenimiento
C7	No hay formatos de mantenimiento
C8	Sin supervisión
C9	Falta de coordinación
C10	Falta de capacitación
C11	Pérdidas asociadas a tareas de limpieza
C12	Falta de material en los silos
C13	Herramientas insuficientes y malogradas
C14	No se inspecciona el material
C15	Material defectuoso
C16	Falta de manual de funciones y procedimientos
C17	Fallas en los procesos
C18	Falta de planos eléctricos
C19	Altas temperaturas
C20	Exceso de polvo
C21	Residuos peligrosos
C22	Exceso de cables

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Con la finalidad de identificar las principales causas del problema de la empresa en estudio, se realizó el diagrama de Ishikawa como se muestra en la Figura 1, para luego efectuarse el diagrama de Pareto, tal como se observa en la Figura 2.

Figura 1. Diagrama causa-efecto



Con los resultados obtenidos del gráfico de causa y efecto, tomando en cuenta la ponderación obtenida se ordenaron las ideas en base a la prioridad obtenida, se calculó cada uno de los porcentajes parciales:

Tabla 2. Causas según Ishikawa.

M	C	Causas	Puntaje
Máquina	C1	Fallas constantes por problemas eléctricos y mecánicos	720
	C2	No hay mantenimiento preventivo	140
	C3	Falta de repuestos	230
	C4	Cadenas y fajas en mal estado	440
	C5	Máquinas con repuestos en mal estado	540
Medición	C6	No hay fecha de mantenimiento	160
	C7	No hay formatos de mantenimiento	80
	C8	Sin supervisión	40
Mano de obra	C9	Falta de coordinación	40
	C10	Falta de capacitación	40
	C11	Pérdidas asociadas a tareas de limpieza	300
Materiales	C12	Falta de material en los silos	80
	C13	Herramientas insuficientes y malogradas	160
	C14	No se inspecciona el material	20
	C15	Material defectuoso	80
Método de trabajo	C16	Falta de manual de funciones y procedimientos	30
	C17	Fallas en los procesos	30
	C18	Falta de planos eléctricos	56
Medio ambiente	C19	Altas temperaturas	80
	C20	Exceso de polvo	40
	C21	Residuos peligrosos	43
	C22	Exceso de cables	20

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 3. Análisis de las causas mediante Pareto.

	Causas	Porcentaje	% Acumulado
C1	Fallas constantes por problemas eléctricos y mecánicos	21.37%	21.37%
C5	Máquinas con repuestos en mal estado	16.03%	37.40%
C4	Cadenas y fajas en mal estado	13.06%	50.46%
C11	Pérdidas asociadas a tareas de limpieza	8.90%	59.36%
C3	Falta de repuestos	6.83%	66.19%
C6	No hay fecha de mantenimiento	4.75%	70.94%
C13	Herramientas insuficientes y malogradas	4.75%	75.69%
C2	No hay mantenimiento preventivo	4.16%	79.85%
C7	No hay formatos de mantenimiento	2.37%	82.22%
C12	Falta de material en los silos	2.37%	84.59%
C15	Material defectuoso	2.37%	86.97%
C19	Altas temperaturas	2.37%	89.34%
C18	Falta de planos eléctricos	1.66%	91.01%
C21	Residuos peligrosos	1.28%	92.28%
C8	Sin supervisión	1.19%	93.47%
C9	Falta de coordinación	1.19%	94.66%
C10	Falta de capacitación	1.19%	95.84%
C20	Exceso de polvo	1.19%	97.03%
C16	Falta de manual de funciones y procedimientos	0.89%	97.92%
C17	Fallas en los procesos	0.89%	98.81%
C14	No se inspecciona el material	0.59%	99.41%
C22	Exceso de cables	0.59%	100.00%

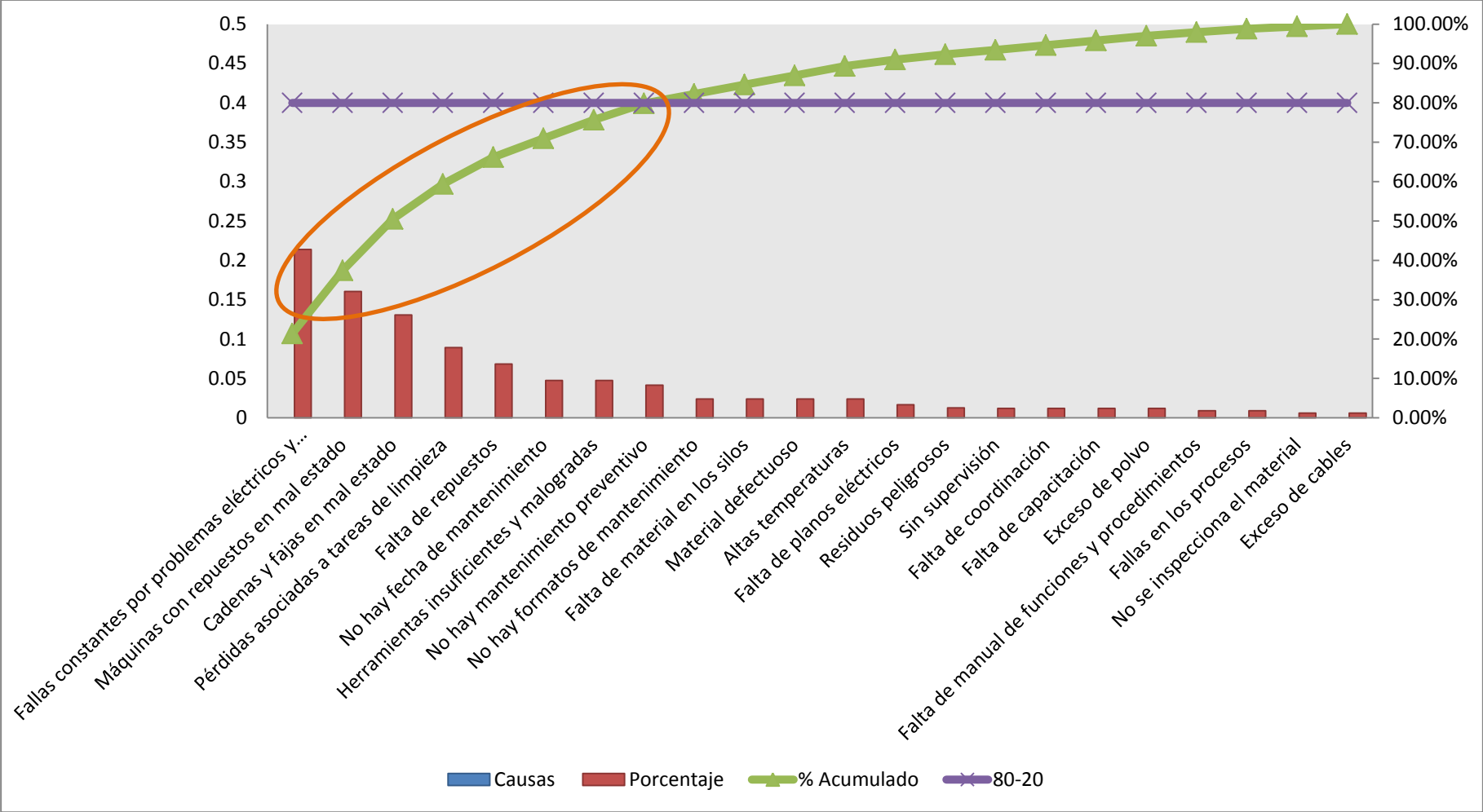
Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 4. Propuesta por cada oportunidad de mejora.

OM	Oportunidades de mejora	Propuestas de mejora
C1	Fallas constantes por problemas eléctricos y mecánicos	Mantenimiento Productivo Total
C5	Máquinas con repuestos en mal estado	Mantenimiento Productivo Total
C4	Cadenas y fajas en mal estado	Mantenimiento Productivo Total
C11	Pérdidas asociadas a tareas de limpieza	Mantenimiento Productivo Total
C3	Falta de repuestos	Mantenimiento Productivo Total
C6	No hay fecha de mantenimiento	Mantenimiento Productivo Total
C13	Herramientas insuficientes y malogradas	Mantenimiento Productivo Total
C2	No hay mantenimiento preventivo	Mantenimiento Productivo Total

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 2. Diagrama de Pareto



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Por ello, se ha formulado el problema siguiente: ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016?

1.2.Trabajos previos

1.2.1. A Nivel Internacional

JARA Chévez, Julio Isaac en la investigación “Diseño de un sistema de gestión y control de operaciones basado en metodología TPM, para la compañía Soldadura & Montaje Moscoso” para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2015, 135 p.

Tuvo por objetivo elaborar un diseño de sistema de gestión y control de operaciones fundamentado en la metodología TPM para una empresa de soldadura. En el análisis del marco metodológico fue cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que la empresa al no contar con un sistema que integre y realice de forma efectiva las maquinas con salud y seguridad de los colaboradores deja una gran brecha en el proceso manufacturero debido a la calidad del mismo. El mantenimiento más realizado es el de tipo correctivo, dejando un tiempo para el mantenimiento de los activos. Con el Mantenimiento Productivo Total es posible mejorar la disponibilidad de los equipos en 90%, la eficiencia y su vida útil, repercutiendo en los costos por mantenimiento de forma total que se reducen y las actividades no se paralizan.

Como aporte a la investigación destacó que mediante la implantación del TPM se ha desarrollado la mejora continua y mediante el mantenimiento planificado y preventivo mejorando a su vez el costo de mantenimiento logrando así mejorar la productividad.

VILLOTA Valencia, César Javier en el estudio “Implementación de técnica de mejoramiento: TPM para aumentar la productividad del proceso de mantenimiento automotriz, en busca del punto de equilibrio entre la oferta y la demanda empresa Toyocosta S.A.” para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2014, 162 p.

Tuvo por objetivo implementar mejoras mediante TPM en los talleres de la empresa. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que realizado el diagnóstico la empresa genera pérdidas de \$ 57070,80. Con TPM se pretendió trazar las acciones incluyendo tareas por elementos y análisis del mantenimiento que se necesita. Económicamente, la implementación fue factible y se confirmó que la recuperación de la inversión sería al término de 3 años.

La tesis visualiza los aspectos más importantes de la empresa y mediante ello levanta varias observaciones que se detallan en la conclusión, aumentando así la productividad desde las decisiones de la parte gerencial.

MUÑOZ Vélez, Daniel en la investigación “Implementación de modelos de excelencia, fortalecimiento del área productiva y aplicación TPM para Pymes del Valle de Aburra a través de la empresa GEO CONSULTING GROUP”; para optar al Título en Ingeniería Industrial en la Universidad Lasallista, Caldas, Colombia. 2013, 52 p.

Tuvo por objetivo transformar la cultura, aplicando modelos de excelencia en las PYMES, buscando mayor productividad a través de la integración tripartita estrategia-estructura-cultura. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que es posible adaptar herramientas de clase mundial a pequeñas empresas colombianas, pudiendo identificar así las pérdidas permitiendo

formarlas en la línea de la excelencia y facilitando el proceso productivo y la rentabilidad del negocio de forma sostenible y segura en el tiempo. La aplicación de modelos de excelencia, aumenta la probabilidad en las PYMES de cumplir con los requisitos indispensables para competir en un entorno turbulento, con prácticas mundiales y con un sistema de emprenderismo en búsqueda de crecimiento continuo. La transformación cultural es el principal elemento a trabajar dentro las estructuras actuales en las organizaciones y su vez se convierte en el principal factor motivador que incide en el cambio de las mismas.

La tesis desarrolla diversas herramientas para diagnóstico de la situación actual de la empresa y propone mejoras cuyos procedimientos pueden ser aplicados a la presente investigación.

QUINTERO Perea, Jaime; GONZÁLEZ Pabón, Julián Alberto en el estudio “Propuesta de un modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad el área de producción de la empresa ladrillera La Ximena” para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad San Buenaventura, Santiago de Cali, Colombia, 2013, 101 p.

Tuvo por objetivo proponer un modelo para aumentar la productividad de ladrillos. Siguió una metodología de tipo aplicada, de diseño experimental.

Concluyó que la empresa ladrillera en su funcionamiento de 20 años mediante la gestión por procesos puede optimizar sus procesos partiendo de políticas de mejora continua dando valor a sus procesos. Se determinó una cadena de valor con documentación y estandarización de los procesos para la respectiva medición.

Esta investigación fue de utilidad para la tesis pues aborda la productividad y su necesaria mejora con enfoque en los procesos productivos.

ALBIACH Martínez, Estefanía en la investigación “Aplicación de la metodología TPM para la reducción del tiempo de ajuste en cambio de formato de una

maquina etiquetadora de botellas en una planta de envasado de cerveza” TFM- Master en Ingeniería de Mantenimiento, Universidad Politécnica Valencia – España, 2012, 148 p.

Siendo su objetivo aplicar las herramientas que ofrece la filosofía TPM para la puesta en práctica de un sistema de mejora continua eficaz. Se selecciona un caso práctico en el seno de la fábrica productora y envasadora de cerveza Heineken Valencia S.A, para la aplicación de la metodología en el ámbito productivo, concretamente en una maquina etiquetadora de botellas, para: Reducir el costo del proceso productivo, erradicar perdidas relacionadas con las actividades que no generan valor agregado, maximizar la efectividad de los equipos. La metodología del TPM es aplicada y descriptiva ya que el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves. Se comprobó el resultado de la eficiencia y eficacia de la implementación del TPM, debido que se incurrió a dos programas de capacitación del personal. El primero relacionado a la concientización de la metodología 5'S. El segundo relacionado al mantenimiento autónomo.

Se concluyó en el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo en el tiempo ya establecido por la empresa, lo que equivale a una hora. Por ello, no se buscó reducir el tiempo de programación.

Este estudio se consideró de aporte a la investigación por tratar el TPM como la metodología idónea para mejorar la eficiencia y la eficacia del proceso productivo, destacando cada fase en la que se implementa la capacitación como parte importante de la mejora en la productividad.

1.2.2. A Nivel Nacional

SÁNCHEZ Vásquez, Aurelia en la investigación “Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del Staff Técnico del área de ingeniería MICSAC, 2016”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2016.

Tuvo por objetivo determinar el modo en que la aplicación de la Gestión de Mantenimiento mejora la productividad de la empresa. En el análisis del marco metodológico fue de tipo cuantitativa de diseño cuasi experimental. La población y la muestra fueron seis meses, siendo un muestreo no probabilística.

Concluyó que se logró un incremento del 26,68% en eficiencia, 5,71% en eficacia y 6,23% en efectividad, ratificando que la gestión del mantenimiento en los procesos MICSAC fue productiva.

La tesis fue de utilidad pues sigue una metodología que involucra la gestión del mantenimiento y su efecto en la productividad que ha considerado por dimensiones la eficiencia y la eficacia.

CASTILLO Nieto, Jesús Onogri en el estudio “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total y la mejora en el proceso de producción de pañales desechables de la Línea PI-7 en la empresa Kimberly-Clark, Ate Vitarte, 2015”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad César Vallejo, Lima, Perú, 2016.

Tuvo por objetivo analizar si la aplicación del TPM mejora el proceso de producción de pañales desechables. En el análisis del marco metodológico fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, descriptiva y explicativa, de diseño pre experimental.

Concluyó que por medio de la aplicación del mantenimiento productivo total se mejoraron los tiempos en cambios de equipo y formatos, así como también logró

reducirse el porcentaje de mantenimiento correctivo y emergencia, incrementándose el nivel de competencia de los operadores gracias a la disponibilidad de mayor tiempo para el uso de las máquinas.

La tesis involucra atributos relevantes para la investigación en la implementación del mantenimiento productivo total y sus efectos en el tiempo de uso de las máquinas y la mejora del recurso humano en la disposición de éstas.

BARRANZUELA Lescano, Joyce en la investigación “Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Piura, Piura, 2014.

Tuvo por objetivo establecer valores del proceso de las unidades fabricadas en Piura. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que el proceso productivo responde en particular a las condiciones de secados y cocción de la materia prima, pues para estandarizar es necesario conocer sus componentes mineralógicos. Se utiliza como combustible la cascarilla de arroz, existe mayor especialización del trabajo y secuencialización de los procesos. Se adiciona además cascarilla de arroz para disminuir la plasticidad de la pasta y facilitar el moldeo de unidades. Según el estudio, no se aprecia influencia de los modos de cocción sobre los resultados. Se encontró que el proceso de compactación es ineficiente y no garantiza mejora en la succión. Los ladrillos de El Tallán no superan los requisitos de calidad NTP 331.017 para el ladrillo industrial, por lo tanto es semi-industrial. Se observa que tanto los ladrillos artesanales como semi-industriales tienen que ser saturados antes de su uso, sin embargo no se procede de este modo, pues son vendidos como industriales, humedeciéndolos tan solo minutos antes de colocarlos bajo el supuesto de ser industriales.

La tesis resalta la manera en que se ejecuta el mantenimiento preventivo y de reparación mecánica a los equipos industriales de la planta, diagnosticando y

determinando las averías y efectuando las reparaciones de las partes comprometidas, para así mejorar la productividad.

CASTILLO Felix, Daniel; CIEZA Castañeda, Oscar en el estudio “Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la Planta Merrill Crowe de Minera Coimolache”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Privada del Norte, Cajamarca, Perú, 2013.

Tuvo por objetivo diagnosticar la gestión del sistema de lubricación para mejorar la productividad de las máquinas. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que la propuesta de mejora consiste en estandarizar y consolidar lubricantes, almacena y manejar los lubricantes, realizar el control de contaminación, educar y entrenar al personal, realizar prácticas de lubricación y relubricación, establecer procedimientos y guías de lubricación. La propuesta incluye la implementación de un nuevo sistema para una mejor confiabilidad de la maquinaria de la planta.

La tesis desarrolla la aplicación del mantenimiento preventivo en el proceso productivo, para incrementar la confiabilidad de los equipos de producción, previo diagnóstico de la empresa.

SILVA Burga, Jorge Enrique en la investigación “Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Piura, Piura, Perú, 2013, 88 p.

Tuvo por objetivo implementar TPM para obtener mejoras en la disponibilidad, índice de rendimiento y tasa de calidad en la empresa. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que la participación de los operadores fue importante para la solución de problemas y mejoras en el equipo. TPM permitió se brindasen sugerencias para mejorar las operaciones. Se lograron equipos limpios y conservados. El objetivo de TPM es el cambio de actitud para afrontar la resistencia al cambio inicial.

La tesis muestra la aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar el proceso productivo, para incrementar la disponibilidad de los equipos de producción, a fin de incrementar la productividad de la empresa y hacerla más competitiva ante el mercado.

CAVALCANTI Garay, Migdaliz en el estudio “Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú (2013).

Tuvo por objetivo adaptar el mantenimiento productivo total (TPM) para un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos (OEE). En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que el indicador OEE busca contar con una organización eficiente y rentable, coherente con las restricciones, determinando que si la mejora actual es de 20%, la próxima meta para el siguiente mes será 22-25%. Así también, si con 40% la empresa obtiene rentabilidad y se halla en buen nivel en el entorno industrial, la meta máxima deberá alcanzarse en el mediano o largo plazo. El respaldo de la Gerencia asegura el éxito del programa. La participación del personal y su capacitación es esencial para su crecimiento. El TPM no busca ser solución a todos los problemas, pretende ayudar a maximizar la efectividad global de equipos, minimizando algunas pérdidas y reduciendo costos por mermas, paradas, trabajos ineficientes, etc., tornándose en ganancia para la empresa y sus colaboradores.

La tesis involucra aspectos de importancia económica en la implementación del mantenimiento productivo total sobre las operaciones del proceso para mejorar su productividad.

RIVERA Rubio, Enrique Miguel en la investigación “Sistema de gestión del mantenimiento industrial”, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2011.

Tuvo por objetivo implementar un sistema de mantenimiento industrial que involucra el ciclo de vida, personas, instalaciones y otros. En el análisis del marco metodológico es cuantitativa de tipo aplicada descriptiva explicativa, de diseño experimental.

Concluyó que la empresa debe realizar verificación de las no conformidades detectadas en auditoría interna brindando oportunidad al personal para identificar oportunidades de mejora. Los responsables por área garantizan el cumplimiento de la política y objetivos en cada actividad. Para estar dispuestos a la mejora continua, el personal debe ser capacitado en beneficio propio y de la empresa.

Esta investigación muestra indicadores propuestos con la finalidad de incrementar la productividad a partir de la gestión del mantenimiento. Para ello, realiza un análisis de los procesos para aplicar las mejoras identificadas con la gestión del mantenimiento industrial.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Mantenimiento Productivo Total

A. Definición de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Rey (2001) dice que “TPM asume el reto de cero fallos, cero incidencias y cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso productivo, permitiendo reducir costes y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora” (p. 59).

Cuatrecasas (2013) dice que TPM o Mantenimiento Productivo Total es “un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos” (p. 25).

Cuatrecasas y Torrell (2010) definen TPM como:

Las actuaciones TPM se centrarán [...] en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las disfunciones y defectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos (p. 45).

González (2005) dice que:

El TPM es un sistema de gestión de mantenimiento que se basa, entre otros fundamentos, en implantar el mantenimiento autónomo, que es llevado a cabo por los propios operarios de producción, lo que implica la corresponsabilización activa de todos los empleados (p. 106).

González (2004) destaca que el Mantenimiento Productivo Total “aboga como método organizativo, el máximo rendimiento global de las instalaciones de producción con un máximo aprovechamiento humano de todos los actores que intervienen en el proceso productivo” (pp. 21-22).

Según las teorías relacionadas al tema muestran que la aplicación del mantenimiento productivo total en las empresas industriales mejora la productividad y se obtiene un mantenimiento más organizado se reduce tiempos y paradas. Se concientiza así al trabajador para que tenga un buen desempeño en su trabajo capacitándolo y pueda llevar acabo los mantenimientos en las maquinas, la reducción de mermas en su totalidad, todos somos responsables de que el mantenimiento productivo total se cumpla en cada área de trabajo. Todos los trabajadores desde el gerente general hasta el operador de menos rango tienen el pleno conocimiento de la aplicación de mantenimiento productivo total.

De esta manera, se observa que el Mantenimiento Productivo Total reduce tiempos y costos con su implementación, asumiendo que las fallas en el empleo de los equipos serán mínimas. En ese sentido, es de gran utilidad para mejorar la productividad en la empresa ladrillera en estudio.

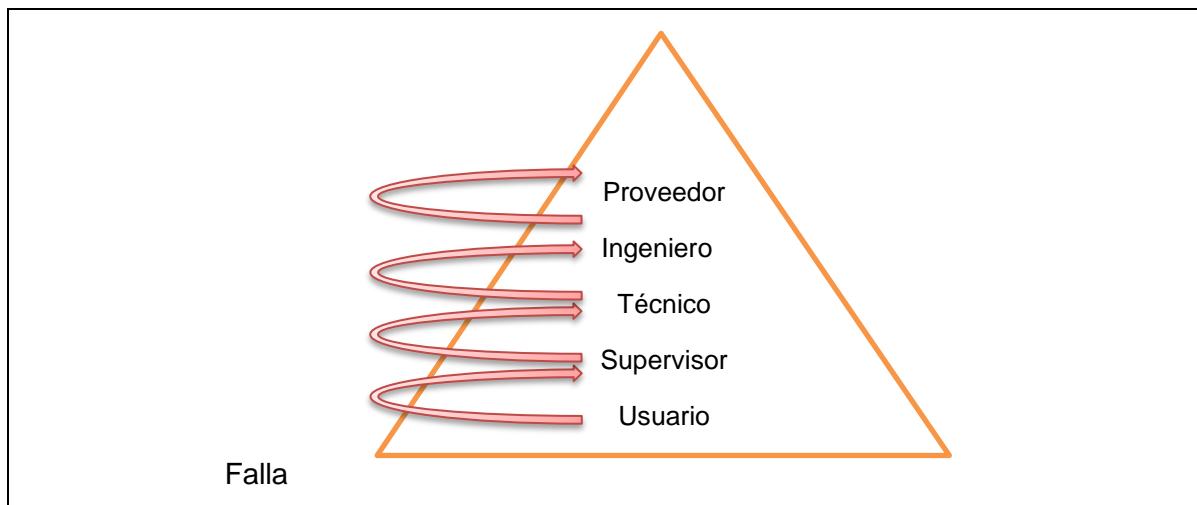
B. Historia de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se inició en Japón en 1971 por acciones del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), a modo de un sistema para controlar los equipos de las plantas desde un nivel de automatización. Antes de esta innovación, los operadores de equipos realizaban tareas de mantenimiento y producción al mismo tiempo, sin embargo, al tornarse los equipos más complejos, se dio la necesidad de contar con áreas especializadas que era una tendencia americana, sin embargo en busca de competitividad, surgió el TPM que supuso volver a las acciones del pasado pero con acciones más sofisticadas (Cuatrecasas y Torrel, 2010, p. 23).

C. Filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

La filosofía aplicada al mantenimiento productivo total es la filosofía opuesta a la división del trabajo. Ésta última sugiere derivar el mantenimiento a un área especializada que se realizó en Estados Unidos. TPM es una filosofía mediante la cual se quiere promover la organización de las tareas del mantenimiento con los trabajadores. Su enfoque se da en las labores que no requieren un nivel especial de conocimiento para que pueda ser realizado por los operarios. Dentro de esta filosofía se considera la pirámide de solución que se propone en una jerarquía de fallas, cuya solución debe observarse primero en el usuario, luego en el supervisor, seguidamente el técnico, el ingeniero y luego el proveedor, tal como se observa en la figura 3.

Figura 3. Pirámide de solución jerárquica de fallas.



Fuente: Acuña (2003, p. 284).

D. Características del Mantenimiento Productivo Total

Según Cuatrecasas y Torrel (2010, p. 32) el TPM cuenta con las siguientes características:

- El TPM mejora la gestión del mantenimiento.
- Todo el personal participa, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
- Se crea una cultura corporativa con enfoque en la obtención de la máxima eficiencia en la producción.
- Considera la máxima eficiencia en la gestión de equipos. Por ello, su objetivo es la Eficiencia global: Producción + Gestión de equipos

E. Importancia de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Cruelles (2013) dice que la aplicación de un programa basado en TPM ofrece garantías a las empresas sobre:

- La productividad de las maquinarias y equipos
- Mejoras de los procesos corporativos
- Formación del personal con fines de capacitación
- Cambios requeridos para un mejor desempeño en el puesto de trabajo

F. Ventajas de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM es una cultura que aprovecha y multiplica las ventajas que dan las destrezas habilidades, liderazgo y compromiso de todos. Fue implementada originalmente en empresas japonesas, con la única finalidad de afrontar la recesión económica que se desarrolló en los años 70, que buscó agrupar las cadenas productivas, a fin de cumplir los objetivos específicos y cuantificables. Uno de ellos busca cumplir la reducción de las pérdidas, dentro de las cuales se destacan seis tipos de grandes pérdidas: (1) Pérdida por avería en los equipos, (2) Pérdida debidas a preparaciones, (3) Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo vacío y paradas cortas, (4) Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida, (5) pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado; y (6) Pérdidas en funcionamiento por puesta en marcha del equipo.

G. Etapas de aplicación de un Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Cruelles (2014) resalta que se siguen cuatro fases:

- Preparación
- Introducción
- Implantación
- Estabilización

Para Cuatrecasas y Torrel (2010), las fases se dividen en fases, etapas y aspectos de gestión:

Tabla 5. Etapas comprendidas en cada fase de implementación de TPM.

Fase	Etapas	Aspectos de Gestión
1. Preparación	Decisión de aplicar el TPM en la empresa.	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc.
	2. Información sobre TPM.	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM.
	3. Estructura promocional del TPM.	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.
	4. Plan maestro de desarrollo del TPM.	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.
2. Introducción	6. Arranque formal del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se

		prevean para ello.
3. Implantación	7. Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar
	8. Desarrollar un programa de Mantenimiento Autónomo	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo
	10. Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11. Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
4. Consolidación	12. Consolidación del TPM y elevación de metas.	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo PDCA.

Fuente: Cuatrecasas y Torrel (2010).

H. Dimensiones de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Las dimensiones de Mantenimiento Productivo Total son los siguientes:

Disponibilidad:

La disponibilidad es la “fracción de tiempo que el equipo está operando” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

La disponibilidad “es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado” (Espinosa, 2012).

“La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para la producción en un período de tiempo determinado” (Cruzado, 2014, p. 23).

“La disponibilidad es una medida importante y útil en casos en que el usuario deba tomar decisiones para elegir un equipo entre varias alternativas. Para tomar una decisión objetiva con respecto a la adquisición del nuevo equipo, es necesario utilizar información que abarque todas las características relacionadas, entre ellas la disponibilidad, que es una medida que suministra una imagen más completa sobre el perfil de funcionalidad. La disponibilidad está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación

(Melo-González, Lara-Hernández, Jacobo-Gordillo, 2009, p. 95).

Es la capacidad del equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera, en las condiciones de utilización y reparación especificadas. La disponibilidad tiene por fórmula la siguiente:

$$D = \frac{TF}{TF + TAP}$$

TF: Tiempo de funcionamiento

TAP: Tiempo de paradas propias

Rendimiento Operacional:

“Nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

“El rendimiento contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como la disminución de su capacidad de producción frente a lo esperado” (Cruzado, 2014, p. 23).

“Cualesquiera que sean los indicadores clave de rendimiento seleccionados, deben reflejar los objetivos de la organización, deben ser clave para su éxito, y deben ser cuantificables (medibles). Los indicadores clave de rendimiento generalmente son consideraciones a largo plazo” (Espinosa, 2015, p. 16).

“La definición de lo que son y cómo se miden no debe cambiar a menudo. Los objetivos de un determinado indicador clave de rendimiento pueden cambiar a medida que cambian las metas de la organización, o como se acerca a la consecución de un objetivo” (Espinosa, 2015, p. 16).

De esta manera, el rendimiento relaciona el número de piezas buenas realizadas por el equipo, con el número de piezas que se hubieran podido obtener si el equipo hubiera estado funcionando correctamente durante todo el tiempo requerido. La fórmula para el rendimiento operacional o Efectividad Global (Ro):

$$Ro = \frac{NPB}{NPTR}$$

NPB: Número de piezas buenas

NPTR: Número de piezas teóricamente realizadas

El rendimiento operacional de un equipo depende de: Disponibilidad operacional, desviaciones existentes con respecto al tiempo ciclo teórico, cantidad de piezas rechazadas a la salida del equipo.

Entonces la formula anterior se puede expresar también como:

$$Ro = (Do) \times (RV) \times (Tq)$$

Donde:

Do = Disponibilidad operacional

Rv = Rendimiento velocidad o de ciclo

Para el rendimiento velocidad o de ciclo, su expresión es:

$$Rv = (TCN) / (TCR)$$

Con:

TCN = Tiempo de ciclo teórico

TCR = Tiempo de ciclo real

Tq = Tasa de calidad (cantidad piezas buenas obtenidas) / (cantidad piezas realizadas).

Tasa de calidad:

“fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

$$C = \frac{TOE}{TOR}$$

TOE: Tiempo operativo efectivo

TOR: Tiempo operativo real

C: Coeficiente de calidad

“La tasa de calidad se define por la cantidad de productos producidos según estándares versus la cantidad total de productos producidos” (Belohlavek, 2006, p. 76).

$$Tasa\ de\ calidad = \frac{Producción\ de\ Calidad\ Producida}{Producción\ Total}$$

“La tasa de calidad corresponde al factor de aprovechamiento, es decir a la relación entre la diferencia entre la cantidad procesada menos la cantidad de defectos dividido todo ello por la cantidad procesada” (González, Domingo y Sebastián, 2013, p. 210)

$$Tasa\ de\ calidad = \frac{Cantidad\ procesada - Cantidad\ de\ defectos}{Cantidad\ procesada}$$

I. Tipos de Mantenimiento

Dentro de los tipos de mantenimiento, se cuentan los siguientes:

Mantenimiento Preventivo: “cuyo objetivo básico es la planificación de actividades de mantenimiento que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis grandes tipos de pérdidas” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 191). Se sustenta en dos pilares: Mantenimiento periódico (TBM) y mantenimiento predictivo (CBM).

Mantenimiento Correctivo: “comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de realizar adecuadamente el Mantenimiento Preventivo” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 193).

Mantenimiento Predictivo: Este tipo de mantenimiento se orienta a estimar las averías mediante la proyección estadística, por lo que es más intuitivo y se basa en la experiencia anterior de las condiciones de los equipos. “Este mantenimiento establece los intervalos de las revisiones en función de las condiciones actuales del equipo, determinadas de forma científica por tecnología de diagnóstico de equipos” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 204).

J. Factores del TPM

Como factores del TPM, se tienen a continuación: Cliente, volumen de

producción, cultura organizacional, recursos humanos, recursos físicos, flujo de proceso, características del producto.

En cuanto al cliente, se toma en cuenta la calidad y el tiempo de entrega. Sobre el volumen de producción, se considera la demanda dependiente y la capacidad de la planta. Asimismo, en cultura organizacional se tienen las políticas y estrategias. Respecto a los recursos humanos, se considera a la capacitación del personal de mantenimiento y la capacitación del personal de producción. En referencia a los recursos físicos, se cuenta con el estado actual del equipo, antigüedad del equipo y la utilización del mismo. Sobre el flujo de proceso se aborda los talleres de trabajo, lotes, ensamble y flujo continuo. Finalmente, las características del producto que involucran seguridad, comodidad, resistencia, durabilidad, consumo y cuidado personal.

1.3.2. Productividad

A. Definición de Productividad

García (2011), la define como: “el volumen total de bienes producidos, dividido entre la cantidad de recursos utilizados para generar esa producción”.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Materia prima utilizada}}$$

Cruelles (2013), señala que productividad “es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (p. 10).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores}}$$

“La productividad es un indicador del empleo de los recursos. Este concepto hoy día engloba la necesidad de reducir el tiempo de entrega (servicio), la diversificación en los productos, el desperdicio y lograr la satisfacción del cliente,

etc.; es hacer más con menos, ya sea referente a materiales, proceso etc.” (Hernández y Rodríguez, 2010, p. 18).

“permite evaluar el modo en que los mandos gerenciales manejan el centro de distribución usando todos los recursos a su alcance, tanto físicos como humanos” (Arrieta, 2011, p. 90).

La productividad permite analizar los recursos utilizados para poder tener un mejor control de las cantidades usadas para la elaboración de un producto, poder tener mejor control de todos los procesos en la planta ladrillera cerámicos peruano. Con ella, es posible controlar las desviaciones en los procesos, las mermas, balanceando las líneas de producción para poder realizar un producto con menos recursos utilizados.

B. Características de la productividad

La productividad se caracteriza por ser independiente del tiempo necesario para obtener la cantidad de producción o de servicios demandada. Una buena productividad que ha requerido un espacio de tiempo considerable, no puede calificarse como una buena solución. De allí que algunos autores involucren también la calidad y el tiempo como variables adicionales en la medición de la productividad. En conclusión las cantidades adecuadas, el costo unitario de producción, el tiempo de procesamiento y la calidad son aspectos connaturales a la obtención de una productividad.

C. Importancia de la Productividad

La productividad, considerada como la relación dada entre la cantidad y calidad de aquellos bienes y/o servicios producidos, así como la cantidad de recursos que se han utilizado para producirlos, es posible observar que la productividad está muy asociada con el trabajo y con los factores de producción.

Adicionalmente, “El principal indicador del mejoramiento de la productividad es una relación decreciente entre el insumo y el producto, así como una calidad constante o mejorada” (Salazar, 2011). Su importancia radica en que, es un

instrumento comparativo para gerentes y directores de empresas, ingenieros industriales, economistas y políticos; pues compara la producción en diferentes niveles del sistema económico (organización, sector o país) con los recursos consumidos.

D. Historia de la productividad

Respecto a la productividad desde un enfoque económico la hacían dependiente de los factores como trabajo y capital. En la actualidad, se conoce la existencia de una diversidad de factores que influyen en el comportamiento de la productividad, entre ellas se encuentra la tecnología que se expresa en la maquinaria utilizada por una empresa.

E. Filosofía de la productividad

La productividad en ingeniería industrial cuenta con diversas filosofías para su mejora, entre ellas las vinculadas a las metodologías aplicadas. Para este estudio, se aplica la filosofía correspondiente al Mantenimiento Productivo Total (TPM).

F. Factores que afectan a la productividad

En la productividad inciden diversos factores, algunos se encuentran fuera de su control, mientras otros sí pueden ser controlados por ella. Dentro de estos factores se tienen:

Tabla 6. Factores que afectan la productividad de una empresa.

Factores que la empresa no controla	Factores que la empresa controla
<p>Demanda</p> <p>Cargas sociales</p> <p>Tipos de interés</p> <p>Disponibilidad de materias primas</p> <p>Disponibilidad de equipos</p> <p>Disponibilidad de mano de obra cualificada</p> <p>Normas legales y políticas</p>	<p>Terrenos y edificios</p> <p>Materiales almacenados</p> <p>Inversión en tecnología y maquinaria</p> <p>Mano de obra contratada</p>

Fuente: Cruelles (2013, p. 12).

G. Factores de productividad

Según Campos (2014), dentro de los factores de productividad se tienen los factores duros y factores blandos.

Los factores duros son los factores tangibles asociados con la tecnología, la materia prima, las instalaciones, insumos, entre otros. Se consideran como los factores de mayor importancia para incrementar la productividad. Estos son: Producto, planta y equipo, tecnología, materiales y energía.

Los factores blandos son los factores intangibles que involucran la fuerza de trabajo y los sistemas vinculados que permiten su organización, encontrándose muy relacionados a la motivación, del cual dependería la calidad y la productividad.

H. Dimensiones de Productividad

Eficiencia

Según Cruelles (2013), la eficiencia “mide la relación entre los insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (hacer bien las cosas)” (p. 10).

La eficiencia “es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente” (García, 2011, p. 17).

Según Gutiérrez (2014), “es el grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados” (p. 20)

Eficacia

Según Cruelles (2013), la eficacia “es el grado en el que logran los objetivos. Se identifican con el logro de las metas (hacer las cosas correctas)” (p.11)

La eficacia “es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen

fijadas” (García, 2011, p. 17).

Según Gutiérrez (2014), la eficacia es “la relación entre los resultados alcanzado y los recurso utilizado.” (p. 20).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016?

1.4.2. Problemas específicos

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016?

¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabayllo, 2016?

1.5. Justificación del estudio

Las razones fundamentales para realizar la presente investigación se basa en los siguientes hechos:

1.5.1. Justificación teórica

La investigación tiene como marco de estudio el Mantenimiento Productivo Total y la productividad. Con esta información la empresa ladrillera podrá realizar mejoras que contribuyan a incrementar la productividad, reduciendo sus costos en la fabricación de ladrillos. Es de importancia teórica porque “sirven a los empleados para comprender la naturaleza y el costo verdadero del trabajo, y les permiten ser útiles en la gerencia en la tarea de reducir costos innecesarios y balancear las celdas de trabajo, a fin de allanar el flujo del mismo” (Meyers, 2015, p. 1). Con tal

fin, se estudiará el Mantenimiento Productivo Total de Cuatrecasas y Torrel (2010) y de Cruelles (2013) que refiere a la productividad, cuyos alcances en la ingeniería industrial permiten mejoras en el entorno productivo. A partir de la investigación se podrán llegar a resultados que permitan sugerir las recomendaciones necesarias para la empresa, así como hipótesis para futuros estudios relacionados al Mantenimiento Productivo Total y la productividad.

1.5.2. Justificación práctica

Valderrama (2014, p. 142) dice que la justificación práctica consiste en que los resultados “serán puestos a consideración de las autoridades universitarias, y estas serán las que tomen las decisiones adecuadas a favor del desarrollo académico del estudiantado universitario”. Dentro de las implicaciones prácticas, la tesis se desarrolló en el área de producción de ladrillos, beneficiando directamente a la empresa ladrillera en el proceso de fabricación, así como también beneficiará a empresas en el rubro de fabricación de ladrillos y similares, y otras del sector construcción para que sus alcances puedan ponerse en práctica. Por ello, es conveniente este estudio porque generará una solución confiable para un mantenimiento próximo a lo óptimo. Así también, es de relevancia social pues mejorará la utilización de los recursos que tendrá como consecuencia contar con una operación eficiente y económica en la empresa.

1.5.3. Justificación económica financiera

La justificación económica financiera es aquella que implica el beneficio económico tomando en cuenta “las consideraciones económicas [que] nos permiten dar prioridad a aquellas tareas que sean generadoras de grandes costes” (Huertas y Domínguez, 2008, p. 106). Se justifica económicamente porque se pretende reducir los tiempos de paradas debidos a fallas de los equipos o un mal funcionamiento en la operatividad de las maquinarias, incidiendo en el volumen de producción de ladrillos, e incrementado los costos y generando retrasos en la atención a los clientes. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua.

1.5.4. Justificación metodológica

Se justifica metodológicamente, porque a fin de lograr los objetivos formulados para el estudio, se realizará un estudio cuantitativo en el que se considerarán las orientaciones de los métodos de optimización y mejoras en “Mantenimiento Total Productivo” y “productividad”. Académicamente, el método de ingeniería elegido responde a “métodos estadísticos para analizar los datos, de modo que los resultados y conclusiones sean objetivos” (Valderrama, 2014, p. 177).

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

1.6.2. Hipótesis específicas

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

1.7. Objetivos

1.7.1. General.

Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

1.7.2. Específicos

Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada de nivel explicativo. El diseño de estudio es cuasi experimental, de corte longitudinal y de enfoque cuantitativo.

2.1.1. Método hipotético-deductivo

El método hipotético-deductivo “Porque de la verdad general se obtiene la verdad particular. Este método “es un procedimiento que toma unas aseveraciones en calidad de hipótesis y comprueba tales hipótesis deduciendo de ellas, en conjunto con otros conocimientos que ya poseemos, conclusiones que confrontamos con los hechos” (Hurtado y Toro, 2007, p. 75). Se aplica este método porque se utiliza una hipótesis y se parte de lo general a lo particular.

2.1.2. Aplicada

Según Valderrama (2014) “La investigación aplicada busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta” (p. 39). La investigación será aplicada porque se pondrá en práctica la metodología de ingeniería para modificar la productividad.

2.1.3. Explicativo

Es explicativo porque “su finalidad es evaluar una relación causal entre un factor de riesgo (variable independiente) y un efecto (variable dependiente)” (Palomino, Peña, Zevallos y Orizano, 2015, p. 104). La investigación es explicativa porque se explicará el comportamiento de la variable dependiente productividad mediante la intervención de la variable independiente Mantenimiento Productivo Total.

2.1.4. Enfoque cuantitativo

La investigación es de enfoque cuantitativo porque se medirán las variables independiente y dependiente aplicando la estadística. Es cuantitativo porque “se centra en la utilización de la neutralidad valorativa como criterio de objetividad, por lo que el conocimiento debe estar fundamentado en la observación y medición exhaustiva y controlada de los hechos, y no en la subjetividad de los individuos”. (Palomino et al, 2015, p. 28)

2.1.5. Diseño cuasi experimental

El nivel de diseño es cuasi experimental de tipo pre prueba-post prueba con un solo grupo. Este diseño corresponde a “series cronológicas (series cronológicas de un solo grupo, con múltiples grupos y repetición de estímulo)”. Se aplica este diseño porque se medirá la variable dependiente productividad antes y después de la aplicación de la variable independiente Mantenimiento Productivo Total. (Palomino et al, 2015, p.109)

2.1.6. Investigación longitudinal

Los estudios de corte longitudinal se dan “cuando la investigación analiza cambios en las variables o en las relaciones entre variables a través del tiempo”, (Palomino et al, 2015, p. 105). Es longitudinal porque se medirá antes y después a fin de visualizar los resultados al aplicar el mantenimiento Productivo Total.

2.2. Variables, operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Cuatrecasas y Torrel (2010): “Las actuaciones TPM se centrarán [...] en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las disfunciones y defectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos” (p. 45).

Dimensiones de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Disponibilidad: “fracción de tiempo que el equipo está operando” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

Rendimiento. “Nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

Tasa de calidad: “fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad” (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 113).

Variable dependiente: Productividad

“es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (Cruelles, 2013, p. 10)

Dimensiones de Productividad

Eficiencia. Según Cruelles (2013), “Mide la relación entre los insumos y producción, busca minimizar el coste de los recursos (hacer bien las cosas)” (p. 10)

Eficacia. Según Cruelles (2013), “es el grado en el que logran los objetivos. Se identifican con el logro de las metas (hacer las cosas correctas)” (p.11)

2.2.1. Operacionalización de variables

Tabla 7. Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala	Instrumento
Mantenimiento Productivo Total	Las actuaciones del Mantenimiento Productivo Total se centrarán [...] en la eliminación de tiempos muertos o de vacío, reducción del funcionamiento a velocidad reducida (inferior a su capacidad) y la minimización de las disfunciones y defectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p. 45).	El Mantenimiento Productivo Total a aplicarse en la empresa ladrillera tiene por dimensiones disponibilidad que involucra el coeficiente de disponibilidad; la dimensión rendimiento que implica el coeficiente de rendimiento; y la dimensión tasa de calidad que involucra el coeficiente de tasa de calidad.	Disponibilidad	Coeficiente de disponibilidad	$D = \frac{TF}{TF + TAP}$ TF: Tiempo de funcionamiento TAP: Tiempo de paradas propias	Razón	Hoja de Registro Check List
			Rendimiento	Coeficiente de rendimiento	$Ro = \frac{NPB}{NPTR}$ NPB: Número de piezas buenas NPTR: Número de piezas teóricamente realizadas	Razón	Hoja de Registro Check List
			Tasa de calidad	Coeficiente de tasa de calidad	$C = \frac{TOE}{TOR}$ TOE: Tiempo operativo efectivo TOR: Tiempo operativo real C: Coeficiente de calidad	Razón	Hoja de Registro Check List
Productividad	“es un ratio o índice que mide la relación existente entre la producción realizada y la cantidad de factores o insumos empleados en conseguirla” (Cruelles, 2013, p. 10)	Productividad de la empresa ladrillera cuenta con las dimensiones eficiencia con su indicador razón de eficiencia; y eficacia con su indicador razón de eficacia.	Eficiencia	Razón de eficiencia	$E = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HMU: Horas máquina utilizadas HMP: Horas máquina programadas E: Eficiencia	Razón	Hoja de Registro Check List
			Eficacia	Razón de eficacia	$E = \frac{NLP}{NPLP} \times 100$ NLP: Número de ladrillos producidos NPLP: Número de producción de ladrillos programados E: Eficacia	Razón	Hoja de Registro Check List

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población “es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones y deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y de tiempo”. (Palomino et al, 2015, p. 139).

La población de estudio estuvo conformada por la producción de ladrillos durante 16 semanas recolectadas en hojas de registro, pues los datos serán tomados semanalmente durante cuatro meses entre Agosto y Noviembre de 2016 para el pre test y en el período de Enero a Abril 2017 para el post test.

2.3.2. Muestra

La muestra “es un subconjunto de una población, es decir una muestra como subconjunto tiene una representación significativa de las características de la población”. (Palomino et al, 2015, p. 141). La muestra de estudio estará conformada por el 100% de la población.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas

Se aplicó la técnica de observación cuantitativa, que “consiste en el registro sistemático válido y confiable de comportamiento o conducta manifiestos” (Hernández et al., 2014, p. 428). La técnica de la observación consistió en realizar el seguimiento a todo el proceso de producción de ladrillos durante un tiempo determinado.

Por ello, se utilizó la hoja de registro de la información respecto a la observación de las operaciones del proceso de fabricación de ladrillos, registrándose las variables mantenimiento productivo total y productividad.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó como instrumento la hoja de registro para la recolección de datos, y para la observación de cumplimiento sobre aspectos cualitativos como la limpieza entre otros, se utilizó el check list.

2.4.3. Validez

Para la validación se utilizó el juicio de expertos. Este juicio de expertos “se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos en el tema” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 204). Con tal propósito se recurrió a tres Ingenieros Industriales de la Universidad César Vallejo, cuya certificación puede apreciarse en el Anexo 5.

2.4.4. Confiabilidad

Los datos mostraron son normales por lo que se procedió a utilizar el estadístico correspondiente a estos casos.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizará el método estadístico, tablas y figuras y el sistema SPSS. El análisis estadístico será en base al procedimiento descriptivo e inferencial.

2.5.1. Estadística Descriptiva

Se utilizó la estadística descriptiva porque “es un método para describir numéricamente conjuntos numerosos. Por tratarse de un método de descripción numérica, la Estadística descriptiva utiliza el número como medio para describir un conjunto que debe ser numeroso, ya que las permanencias estadísticas no se dan en los casos raros” (Vargas, 2005, p. 33).

2.5.2. Estadística Inferencial

Asimismo, se aplicó la estadística inferencial porque “utiliza técnica especiales para conocer los elementos de un conjunto a partir de los datos de un subconjunto del mismo. (...) La inferencia estadística intenta tomar decisiones basadas en la aceptación o rechazo de ciertas relaciones que se toman como

hipótesis” (Vargas, 2005, p. 33).

2.6. Aspectos éticos

El investigador asume con responsabilidad cuidar de la información detallada a obtener de los informantes, en el cual se tendrá en cuenta que dicha información será utilizada únicamente con fines de investigación.

2.7. Desarrollo de la propuesta

Para el desarrollo de la propuesta se consideraron los siguientes puntos:

2.7.1. Situación Actual

La empresa ladrillera en el proceso de producción de ladrillos, realiza los siguientes subprocesos:

El área de molienda

La zona de molienda es donde se prepara la materia prima para la elaboración del ladrillo. El material es transportado de las tolvas por medio de fajas transportadoras para que el material sea mezclado.

Llenado de tolva de tierra

Tolva almacenadora, descarga de la tolva de tierra, sistema descarga a faja transportadora # 1.

Mezclado de arcilla tierra

Sistema de descarga a faja transportadora # 2

Se recibe material de la faja 1 y 2 en la faja #3

Traslado de material por faja #3 a molino

Se muele granos grandes a medianos.

Zona de formado

La operación de formado está a cargo del personal calificado que tiene la responsabilidad de dar el acabado, el corte y las medidas de corte al ladrillo

Objetivo y función del personal

Alimentación de la amasadora

Se amasa el material y se le agrega agua

Ingreso de masa a la prensa

Se prensa el material

Salida del material de formado

Inspección de dureza, compactado y formado

Se realiza el primer corte

Se realiza el segundo corte

Inspección de tamaños de ladrillos

Traslado de ladrillos húmedos a secado

Zona de secado

La operación del horno de secado se encarga de quitarle la húmeda al ladrillo para pasar a la línea de apilado y luego al pre horno y al horno.

Temperatura del horno de secado: El horno de secado funciona a una temperatura de 110° c esta temperatura es constante, el ladrillo que se seca a menos temperatura de 110° c la húmeda aún queda, no está en condiciones de ser apilado por que se deforma y tampoco puede ingresar al horno, si fuera lo contrario que la temperatura pasara los 110 el ladrillo que da muy sencillo, muy reseco y esto hace que el ladrillo se tienda a romper cuando es apilado. Este horno tiene sensores de temperatura para ser controlado por el operador de horno cuenta con balancines y cadena transportadoras

Zona de apilado

Apilado se encarga de apilar los ladrillos secos que sale de la línea de secado, es apilado por medio de una pinza apiladora la cual trabaja a una presión constante de 7.5 psi, si la pinza no tuviera la regulación correcta corre el riesgo de dejar caer el ladrillo o romperlo si es mucha presión. Esta línea trabaja con sensores, cadenas de traslado, se apila en los coches transportadores que posterior ingresan al pre horno y al horno: Traslado de ladrillos secos por medio de rodillos, apilado de ladrillos en los coches, inspección de apilado en coches.

Línea de horno

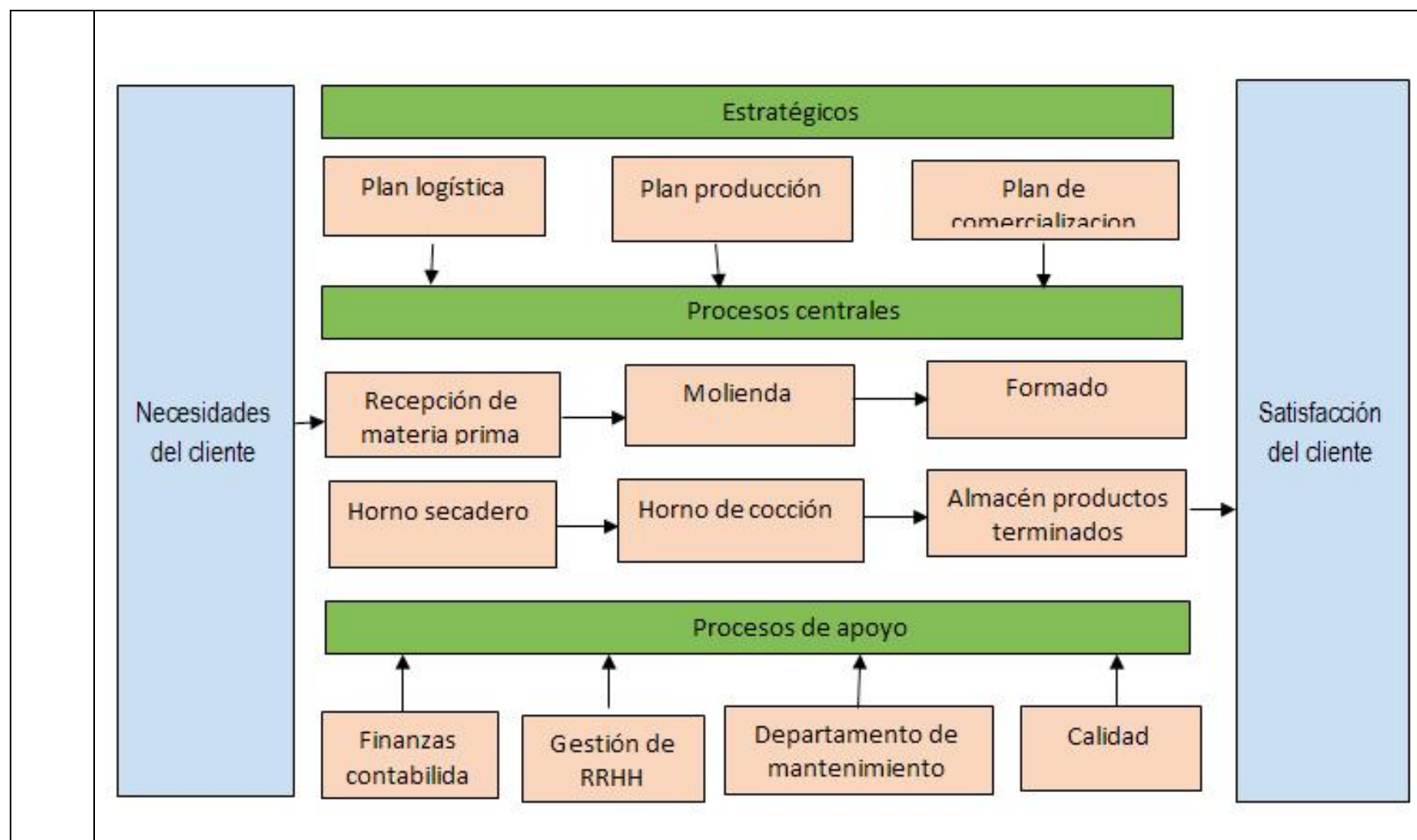
Pre horno: En el pre horno se encarga de almacenar los coches que salen de la línea de apilado, aquí también tiene que estar a una temperatura 40°C antes de ingresar al horno. Trabaja con sensores de temperatura. Se realiza: Ingreso de coches cargados al pre horno, mantenimiento de temperatura en el pre horno, extracción del coche de pre horno a trasbordador, traslado del coche al horno.

Horno: Asegura el correcto cocido del ladrillo través de inspecciones del hornero por medio del correcto funcionamiento de la temperatura del horno y sus presiones en el traslado de coches. La temperatura tiene que estar en el horno a 1000°C porque de lo contrario no cumple con los estándares correspondientes con respecto al ladrillo tiende a quemarse, si no se respectara lo establecido el ladrillo sale crudo. La temperatura es constante para un buen acabado del producto esto mantiene un color adecuada para el ladrillo. El horno trabaja con sensores temperatura, quemadores. Se realiza: Ingreso del coche al horno, cocción del ladrillo, inspección de temperatura de cocción, extracción del coche con ladrillos, traslado del coche al trasbordador, transporte del coche a la zona de descarga, y el horno cuenta con sensores de temperatura.

Zona de descarga: La descargadora se encarga de descargar el ladrillo que sale del horno a través de una pinza, coge los ladrillos y son transportados hacia parihuelas, trabaja a una presión constante de 8 psi si no se cumplen estos estándares el ladrillo tiende a caerse si la presión es menos de 8 psi, si la presión pasa lo establecido el ladrillo se rompe. Tiene una duración de agarre de 5 segundos esto para estabilizar el ladrillo al momento de transportarlo en la pinza hasta las parihuelas. La línea trabaja con sensores fotoeléctricos sensores de proximidad, a presión cadenas transportadoras. Se realiza: Ingreso del coche a la zona de descarga, inspección de estructura de ladrillos, descarga de ladrillos por medio de brazos neumáticos, y colocado de ladrillos en parihuelas.

Considerando todos los aspectos mencionados en el área de producción se elaboró el mapa de procesos de la empresa.

Figura 4. Mapa de procesos



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

El mapa de procesos de la figura 4 se explica de la siguiente manera:

Entradas (inputs)

Se recepciona la materia prima se verifica que cumpla con los requisitos de calidad y las exigencias, necesidades que el cliente requiere.

Se recibe la arcilla y la tierra para poder comenzar con el proceso de fabricación de ladrillos

Procesos centrales

En el procesos centrales hay diferentes actividades en la cual hacen posible un producto de salida lo cual deben coincidir con nuestros objetivos esperados.

Molienda: La zona de molienda es donde se prepara la materia prima para la elaboración del ladrillo. El material es trasportado de las tolvas por medio de fajas transportadoras para que el material sea mezclado.

Formado: En formado el ladrillo sale en bloques, se toma la dureza, las medidas correspondientes y se le da el corte.

Horno secadero: La operación del horno de secado se encarga de quitarle la húmeda al ladrillo, se controla las temperaturas para tener un buen secado del producto.

Horno de cocción: El ladrillo es cóccido a una temperatura de 1000 grados dándole el acabado y el color adecuado.

Almacén de productos terminados: Se recepciona el producto previa verificación por el área de calidad cumpliendo todos los requerimientos requeridos por la empresa para poder satisfacer al cliente.

Salida (outputs)

Producto terminado de calidad para la satisfacción del cliente

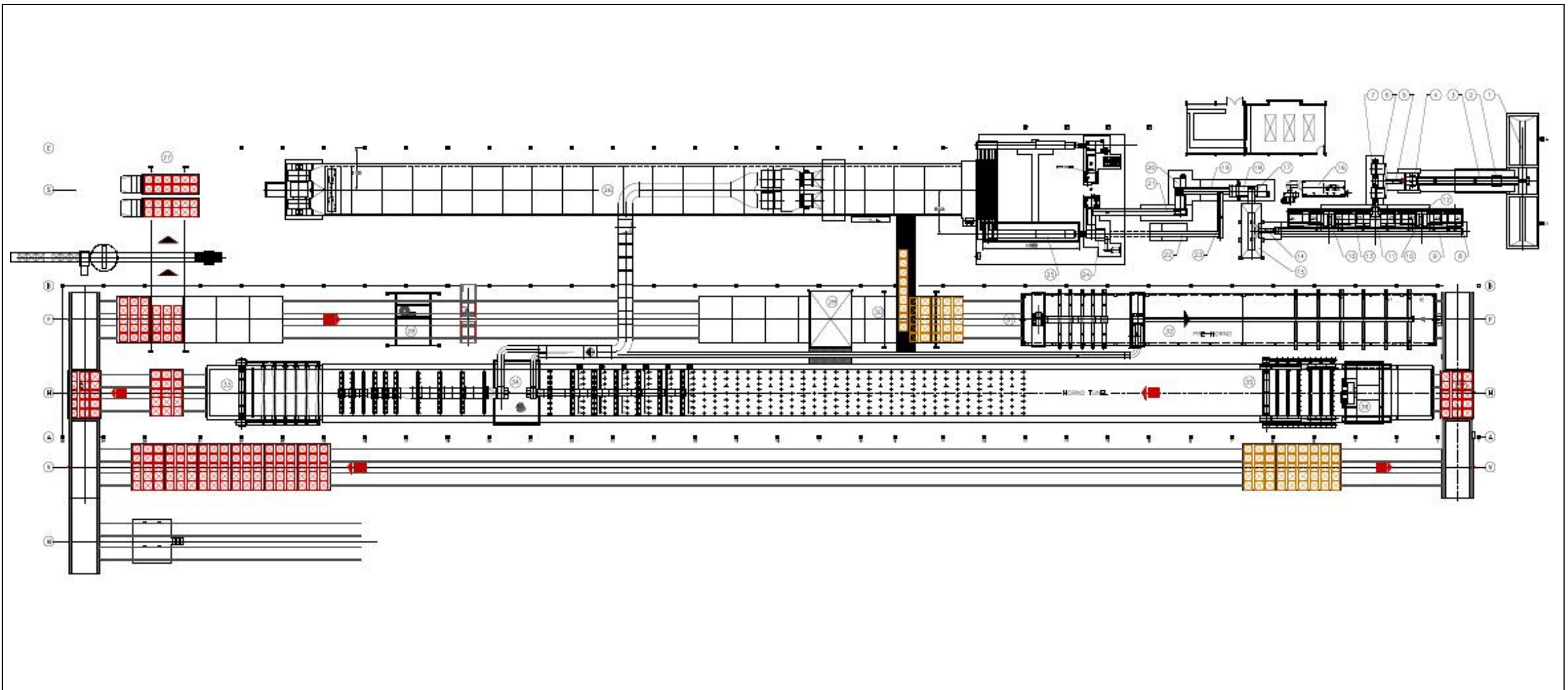
Procesos estratégicos

Los procesos estratégicos son establecidos por la alta gerencia de la organización en la cual se toma las decisiones principales y las mejoras de los procesos centrales están conformadas por las gerencias de cada departamento.

Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo son de soporte para los procesos centrales sin ellos no se puede llevar acabo los procesos, son determinantes para cubrir las necesidades y las expectativas del cliente.

Figura 5. Distribución de planta.

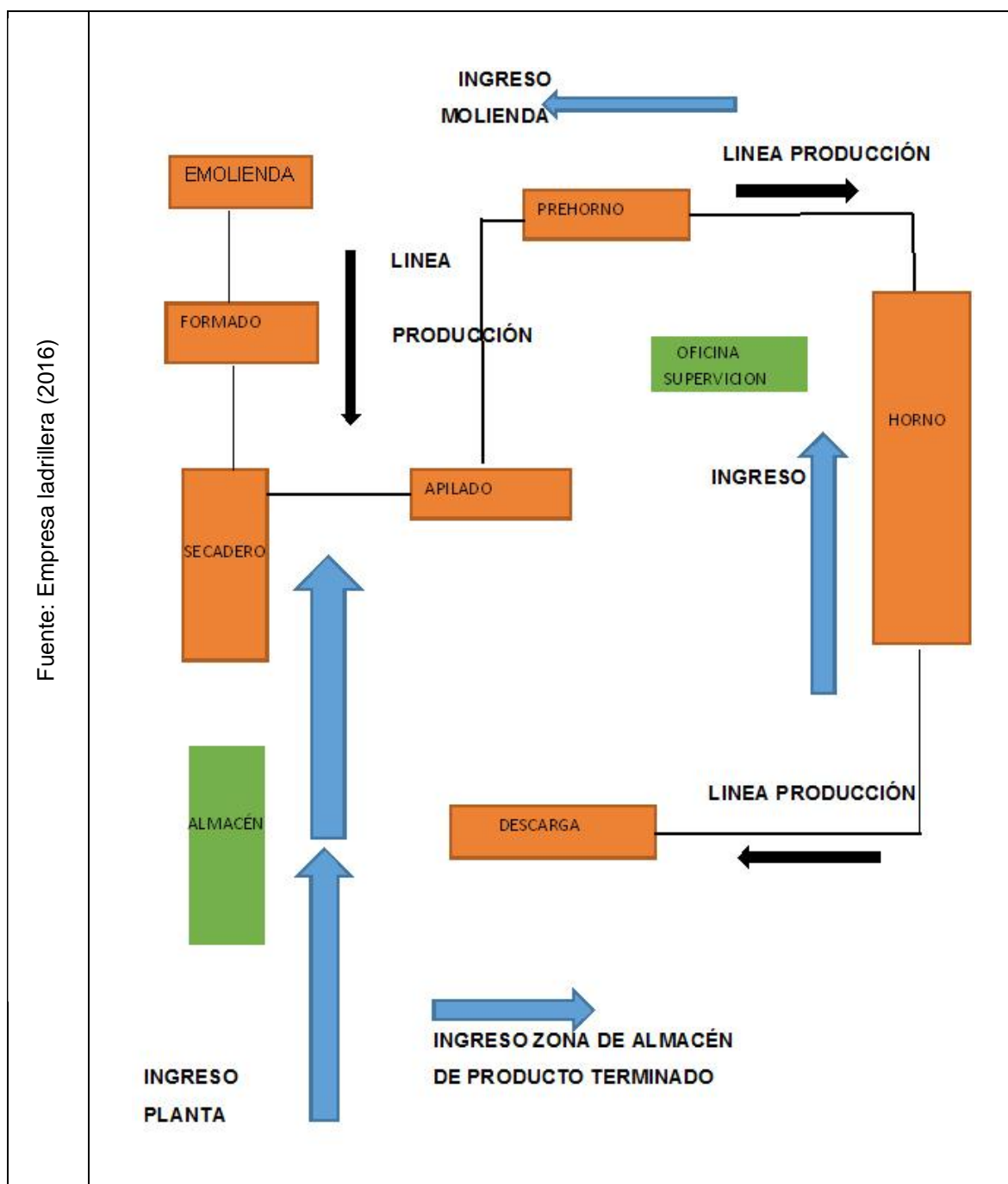


Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Distribución de planta

Distribución de planta en la empresa Cerámicos Peruanos es el orden físico de los elementos que constituyen la organización se ordena las áreas de trabajo para tener mayor seguridad y tener un ambiente de trabajo más organizado.

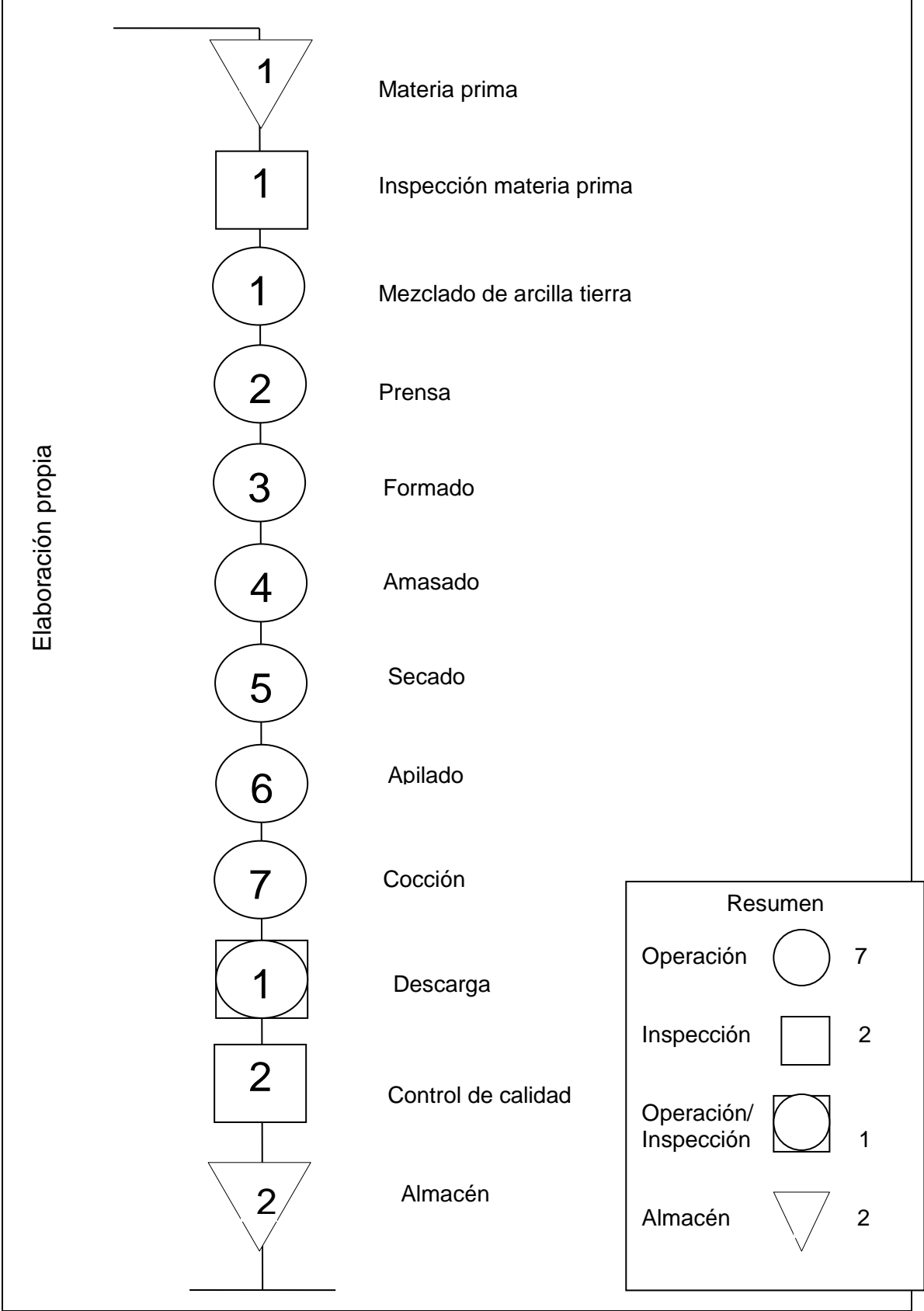
Figura 6. Área de producción



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

En la figura 6, el área de producción es donde se lleva a cabo el proceso de fabricación del ladrillo comenzando por el área de molienda donde ingresa la materia prima para hacer preparada para luego pasar a formado, horno secadero, apilado, horno de cocción, descarga es la salida del producto terminado donde se verifica la calidad y luego se entrega almacén para su posterior despacho a los clientes.

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

En la figura 7 se observó el DOP que sigue los procesos para la producción. Este diagrama muestra las operaciones y las inspecciones de la fabricación de ladrillo desde la llegada de la materia prima hasta la salida del producto terminado.

La materia prima que es la tierra y la arcilla se almacena en los silos.

Luego es inspeccionada por el personal de calidad.

Se mezcla la arcilla con la tierra luego se transporta por una faja a la prensa toma un tiempo (3 minutos).

La prensa se realiza el amasado de la tierra y la arcilla, saliendo

En bloques luego ingresa a la zona de formado toma un tiempo (3 minutos)

Formado el producto ingresa en bloques 5 metros se mide la dureza del ladrillo el tiempo (40 segundos)

Corte se toma las medidas, se realiza el primer corte de 3 metros,

Se da el corte final del ladrillo luego ingresa al Horno secadero (20 segundos)

Secado el ladrillo ingresa húmedo al horno secadero toma un tiempo de (4 horas)

Apilado se colocan los ladrillos en coches tiene una capacidad de 2520 por coche, ingresa a al horno de cocción el tiempo (30 minutos)

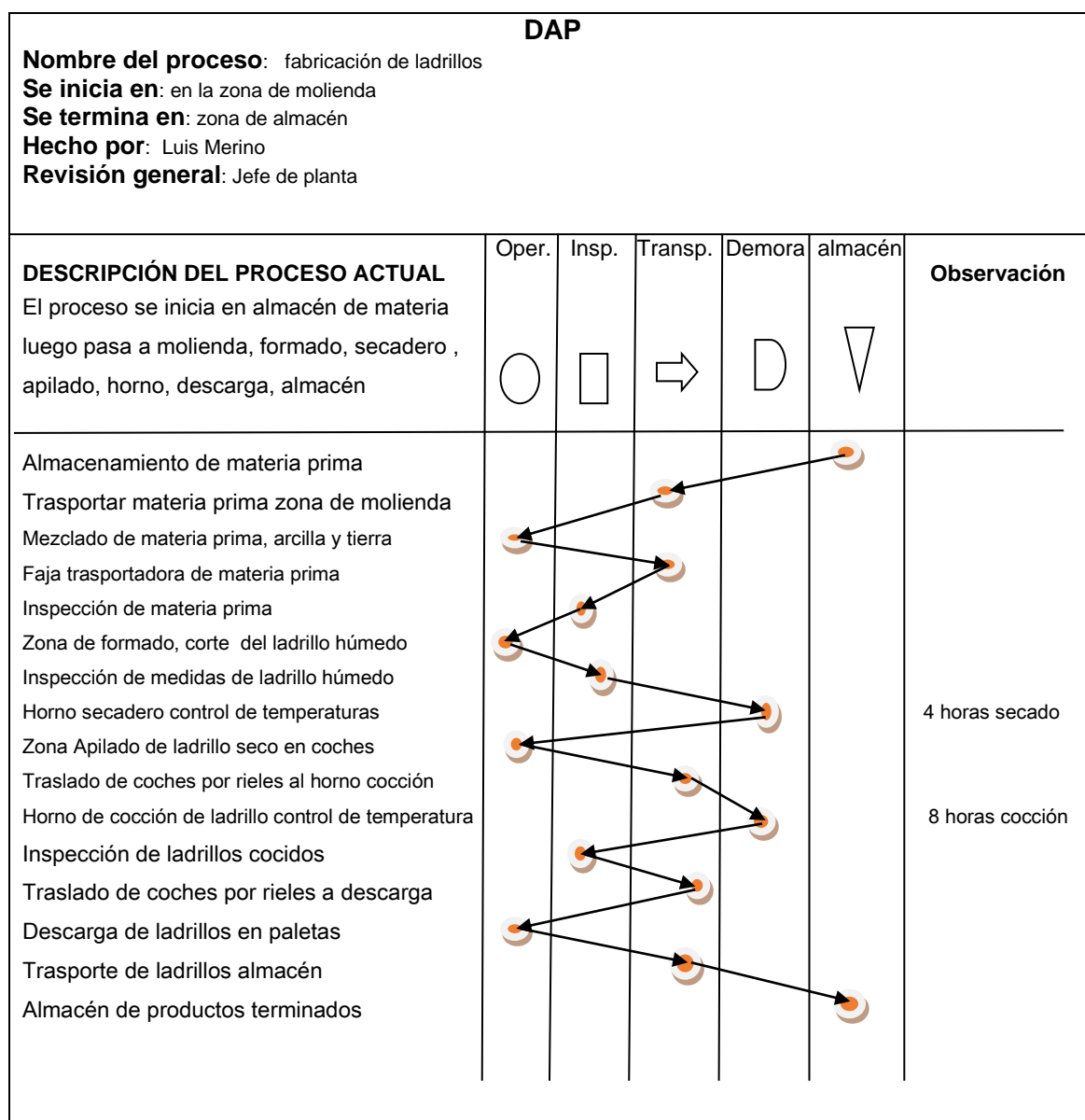
Cocción el ladrillo ingresa en coches crudo para ser quemado y darle el color, consistencia adecuada luego ingresa a descarga el tiempo (7 horas).

Descarga se procede con el control del operador verificando el estado del ladrillo para poder descargar los coches el tiempo es (30 minutos)

Control de calidad verifica que el ladrillo cumpla con los reglamentos de calidad

Almacén el ladrillo es puesto en paletas y almacenado

Figura 8. Diagrama de análisis de procesos de ladrillos (DAP)



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

El DAP es la representación gráfica de los procesos de elaboración del ladrillo de la empresa Cerámicos Peruanos inspección operación demora transporte almacenamiento.

En nuestra organización iniciamos con el almacenamiento de materia prima para transportarla a la zona de molienda donde se prepara la materia para la fabricación de ladrillos, luego pasa a formado, horno secadero, apilado, horno de cocción, descarga, almacén este último se entrega el producto terminado para su

almacenamiento para luego ser despachado a los clientes.

Para el análisis de la situación actual de la empresa o diagnóstico, se ha procedido a listar las máquinas, en la cual se detallan los parámetros relativos a las máquinas utilizadas en el proceso productivo:

Procesos y máquinas en la fabricación de ladrillos

Para iniciar el proceso de ladrillo se realiza la molienda, seguida de otros procesos por las máquinas en mención:

Molienda

Figura 9. Molienda



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Que está conformada por dos molinos, zarandas de la marca alpina de origen Italiano, fajas transportadora.

Formado

Figura 10. Extrusora



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Está formado por una maquina extrusora, una guillotina o cortadora de ladrillo y rodillos trasportadores de la marca alpina de origen italiano.

Figura 11. Cortadora o Guillotina de molde de ladrillo



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 12. Rodillos transportadores de ladrillo



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Horno Secadero de ladrillo de la marca Alpina de origen Italiano.

Figura 13. Horno secadero.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

En este horno secadero ingresa el ladrillo húmedo para sacarle la húmeda el tiempo de proceso de sacado es de 4 horas.

Pinza Apiladora de ladrillo seco de la marca Alpina.

Figura 14. Pinza apiladora.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Esta pinza trabaja a precio se encarga de apilar los ladrillos que salen del horno secadero para luego ser tras portado atreves de vagones al horno de cocción.

Horno de cocción de la marca alpina

Figura 15. Ingreso al horno de coches crudos de ladrillos.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Es el horno de cocción donde se le da el acabado al ladrillo, el proceso de cocción tiene una duración de 8 horas.

Figura 16. Salida del horno ladrillos cocidos



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Pinza descargadora de ladrillo de la marca Alpina de origen Italiano.

Figura 17. Pinza descargadora.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Esta pinza trabaja a presión descarga los ladrillos cocidos para ser colocados en paletas para luego ser transportado almacén.

Paletizadora de la maca alpina.

Figura 18. Paletizadora.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Esta máquina se encarga de colocar las paletas para recibir el ladrillo.

Figura 19. Personal capacitado operando la maquina descargadora.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 20. Personal capacitado operando la extrusora de formado.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 21. Maquina trabajando después de la aplicación del TPM.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Captura de datos antes del análisis

Después de dar a conocer la situación actual de la empresa y los elementos que intervienen en el proceso productivo de ladrillos, se procedió a la captura de datos de los meses de julio a octubre 2016, comprendido por un total de 16 semanas, tiempo en el cual fue realizada la recogida de datos mediante hoja de registro, teniéndose en la primera semana diez coches producidos durante tres turnos, siendo la producción a la semana de 210 coches, lo que equivale a 529, 200 ladrillos producidos a la semana, tal como se observa en la tabla 8.

Primero, se capturaron los datos procedentes del mantenimiento de las máquinas en cuanto a su disponibilidad, rendimiento y calidad.

Tabla 8. Información de dimensiones del mantenimiento antes de la implementación.

MES DE JULIO						
CUADRO DE % DE LA MAQUINAS						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.25%	75%	85%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	75.00%	75%	75%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	76.60%	75%	83%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	79.17%	69%	87%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	75.00%	81%	78%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	70.83%	77%	85%
MES DE AGOSTO						
CUADRO % DE LAS MAQUINAS						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	79.17%	77%	82%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	77.08%	67%	76%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	76.39%	69%	78%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.25%	70%	82%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	72.92%	77%	71%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	72.22%	72%	83%
MES DE SEPTIEMBRE						
CUADRO % DE LAS MAQUINAS						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	80.56%	75%	79%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	76.39%	75%	74%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	77.08%	75%	76%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	80.56%	77%	82%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	72.22%	75%	70%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	72.92%	74%	86%
MES DE OCTUBRE						
CUADRO DE % DE LAS MAQUINAS						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.30%	79%	82%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	75.05%	75%	72%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	76.55%	77%	81%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	79.07%	69%	83%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	74.90%	81%	75%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	70.79%	77%	82%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Producción semanal de ladrillos antes.

Mes	Tiempo	Coches producidos por turno	Turno por día	Producción Coches Total por día	Producción semanal coches	Producción ladrillos por coche	Producción semanal ladrillos
Julio	Semana 1	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 2	9.80	3.00	29.40	205.80	2520	518616
	Semana 3	9.70	3.00	29.10	203.70	2520	513324
	Semana 4	9.00	3.00	27.00	189.00	2520	476280
Agosto	Semana 5	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 6	9.50	3.00	28.50	199.50	2520	502740
	Semana 7	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 8	9.90	3.00	29.70	207.90	2520	523908
Setiembre	Semana 9	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 10	9.80	3.00	29.40	205.80	2520	518616
	Semana 11	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 12	9.00	3.00	27.00	189.00	2520	476280
Octubre	Semana 13	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 14	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 15	10.00	3.00	30.00	210.00	2520	529200
	Semana 16	9.00	3.00	27.00	189.00	2520	476280

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se registraron las horas máquinas empleadas en la producción de ladrillos por semana, como se observa en la tabla 9.

Tabla 10. Horas máquinas en la producción semanal de ladrillos antes.

Mes	Tiempo	Horas paradas máquinas	Producción perdida	Total Producción semanal	Meta	Cumplimiento	Horas máquina programadas	Horas máquina utilizadas
Julio	Semana 1	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 2	42	211680	306936	635040	0.48333333	168	126
	Semana 3	42	211680	301644	635040	0.475	168	126
	Semana 4	52.5	264600	211680	635040	0.33333333	168	115.5
Agosto	Semana 5	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 6	52.5	264600	238140	635040	0.375	168	115.5
	Semana 7	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 8	42	211680	312228	635040	0.49166667	168	126
Setiembre	Semana 9	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 10	42	211680	306936	635040	0.48333333	168	126
	Semana 11	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 12	52.5	264600	211680	635040	0.33333333	168	115.5
Octubre	Semana 13	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 14	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 15	42	211680	317520	635040	0.5	168	126
	Semana 16	52.5	264600	211680	635040	0.33333333	168	115.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Productividad, eficiencia y eficacia antes de la implementación.

Mes	Tiempo	Productividad	Productividad (%)	Eficiencia	Eficacia
Agosto	Semana 1	317520	51.59%	76.19%	83.33%
	Semana 2	306936	49.13%	75.60%	81.67%
	Semana 3	301644	47.50%	75.00%	80.83%
	Semana 4	211680	33.33%	68.75%	75.00%
Setiembre	Semana 5	317520	50.00%	75.00%	83.33%
	Semana 6	238140	37.50%	68.75%	79.17%
	Semana 7	317520	50.00%	75.00%	83.33%
	Semana 8	312228	46.79%	73.21%	82.50%
Octubre	Semana 9	317520	52.38%	76.79%	83.33%
	Semana 10	306936	48.33%	75.00%	81.67%
	Semana 11	317520	50.00%	75.00%	83.33%
	Semana 12	211680	33.33%	68.75%	75.00%
Noviembre	Semana 13	317520	50.00%	75.00%	83.33%
	Semana 14	317520	53.17%	77.38%	83.33%
	Semana 15	317520	50.00%	75.00%	83.33%
	Semana 16	211680	33.33%	68.75%	75.00%

Fuente: Elaboración propia.

2.7.2. Propuesta de mejora

Análisis de alternativas

Tabla 12. Matriz de priorización de problemas a resolver.

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	Medición	Mano de obra	Materia prima	Ambiente	Maquinaria	Métodos	NIVEL DE CRITICIDAD	Total problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
GESTIÓN	0	0	0	0			MEDIO	0	0%	6	0	4	
PROCESOS	0	1	1	1	1	0	MEDIO	4	20%	7	28	2	Gestión por procesos
MANTENIMIENTO	2	1	2	2	4	3	ALTO	14	70%	10	140	1	TPM
CALIDAD	1	1	0	0	0	0	MEDIO	2	10%	8	16	3	Gestión de calidad
Total problemas	3	3	3	3	5	3		20	1		0		

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 12, según matriz de priorización de problemas a resolver, se tiene que el problema por área más destacado es el de mantenimiento. La calificación permitió decidir las medidas a tomar, consistentes en la aplicación del Mantenimiento Productivo Total.

2.7.3. Plan de implementación del Mantenimiento Productivo Total

Para la implementación de la propuesta la gerencia se compromete y da a conocer los beneficios positivos para la organización sobre el mantenimiento productivo total a los colaboradores.

El mantenimiento productivo total tiene por objetivo mejorar el rendimiento y la operación de los equipos eliminando los tiempos muertos, cuenta con cuatro fases:

Tabla 13. Cronograma de implementación.

Ítem	Actividades	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6
1	Presentación formal de la implementación del TPM por el gerente de producción						
2	Preparación y capacitación a todo el personal						
3	Organización de promoción para implementar el TPM						
4	Establecer políticas y metas para implementar el TPM						
5	Plan maestro para el desarrollo del TPM						
6	Salida del TPM						
7	efectividad de los equipos						
8	Mantenimiento autónomo						
9	Programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento						
10	Entrenamiento para mejorar las operaciones de los equipos						
11	Desarrollar un programa para la administración de los equipos						

Fuente: Elaboración propia.

ETAPAS DE IMPLEMENTACION DEL TPM

Fase preparación

1) Presentación formal de la implementación del TPM por el gerente

Se debe hacer una declaración por el gerente de producción de los beneficios y los alcances con respecto a la implementación de TPM a través de reuniones.

2) Preparación y capacitación al personal

El personal tiene que ser capacitado, y tomar cursos con respecto al TPM y organizar jornadas de entrenamiento adecuadas para cada nivel.

3) Promocionar la implementación del TPM

La implementación tiene una estructura por el gerente de producción jefe de planta supervisores y operadores.

4) Establecer políticas para implementar el TPM

Fijar los objetivos y metas alcanzados con la implementación del mantenimiento productivo total.

5) Plan maestro para el desarrollo del mantenimiento productivo total

Conseguir la metas propuestas a través del mantenimiento para obtener un excelente desempeño del TPM.

Fase de introducción

6) Salud del mantenimiento productivo total

Puesta en práctica del TPM se involucra al personal los gerente supervisores operadores y se les hace de conocimiento de las actividades llevadas a cabo.

Fase de implantación

7) Efectividad de los equipos

Mejorar la efectividad de los equipos con personal capacitado por personal de mantenimiento e ingenieros de planta.

8) Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo es donde participan los operadores en función de mantenimiento diario para reducir el deterioro de los equipos.

9) Programa de mantenimiento

Se desarrolla un programa de mantenimiento para que pueda ser llevado a cabo
Prevención corrección y mejoramiento.

10) Entrenamiento para mejorar las operaciones de los equipos

Técnica para diagnosticar fallas en los equipos

Técnicas para poder operar de manera correcta los equipos

11) programa para administración de los equipos

Garantizar la operatividad de los equipos, el objetivo de la prevención del mantenimiento.

Fase de consolidación

12) complementar los objetivos

Es el último paso del mantenimiento productivo total donde se mantiene las mejoras obtenidas en cada etapa.

Presupuesto de implementación del mantenimiento productivo total

De acuerdo a las actividades requeridas para la implementación de TPM, se tienen los siguientes:

Tabla 14. Etapa de inicio

Descripción	Pago * hora	8 Horas diario	Total personal	Total a la semana
Horas hombre personal mantenimiento	S/. 8.75	S/. 70	5	S/. 2,450
Horas hombre personal operarios	S/. 5	S/. 40	13	S/. 3,640
Descripción	Pago hora *	Diario	Total personal	3 días
Horas hombre del expositor	S/. 125	S/. 1,000	1	S/. 3,000
Total				S/. 9,090

Tabla 15. Mantenimiento autónomo

Descripción	Costo
Elaboración de formatos	S/. 600
Herramientas nuevas	S/. 6,800
Capacitación al personal	S/. 7,500
Total	S/. 14,900

Tabla 16. Eficacia de los equipos

Descripción	Costo
Cambios y mejoras en las maquinas	S/. 9,000

Tabla 17. Mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo

Descripción	Costo
Colocación de luminarias en la zona de trabajo	S/. 1,990
Mejoramiento de la seguridad en planta	S/. 2,032
Total	S/. 4,022

Tabla 18. Total presupuesto.

Descripción	Costo S/.
Etapa de inicio	9,090.00
Mantenimiento autónomo	14,900.00
Eficacia de los equipos	9,000.00
Mejorar las condiciones de seguridad en el trabajo	4,022.00
Total	37,012.00

FASES DE IPLEMENTACIÓN

Paso 1. Preparación

En esta fase se tomó la decisión de proceder a la implementación de Mantenimiento Total Productivo en la empresa ladrillera, para lo cual los gerentes de alto mando expresaron su deseo de realizar reuniones internas con los colaboradores utilizando una comunicación más continua. En las reuniones se informó sobre TPM y la necesaria capacitación que fue programada para los días siguientes de la presentación y que fue controlado con asistencia (Ver Anexo 4).

Figura 22. Personal en la capacitación para la aplicación de TPM.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

De esa forma, se procedió a la formación de comités especiales entre los colaboradores, se analizaron en conjunto los objetivos y se avizoraron los resultados esperados. Fue así como se formuló el Plan maestro de desarrollo del TPM.

Paso 2. Introducción

En esta fase se inició la implementación formal de TPM reiterando los beneficios que traía para el área de producción e invitando a los colaboradores, clientes y proveedores a participar.

Figura 23. Personal recibiendo charlas (TPM) antes de comenzar el turno de trabajo.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Paso 3. Implantación

Se comenzó esta fase con el Mantenimiento autónomo, que fue diario y por turno con los operarios que conformaban equipos, previas reuniones para fortalecer los días de capacitación realizados. De esta forma, se realizaron el mantenimiento que incluyó paradas por lapsos de tiempos para ejecutar mantenimiento correctivo y predictivo. Se presentó competencia entre equipos, sintiéndose motivados en las tareas asignadas.

Paso 4. Consolidación

La etapa de consolidación es la parte final de la implementación del mantenimiento productivo total.

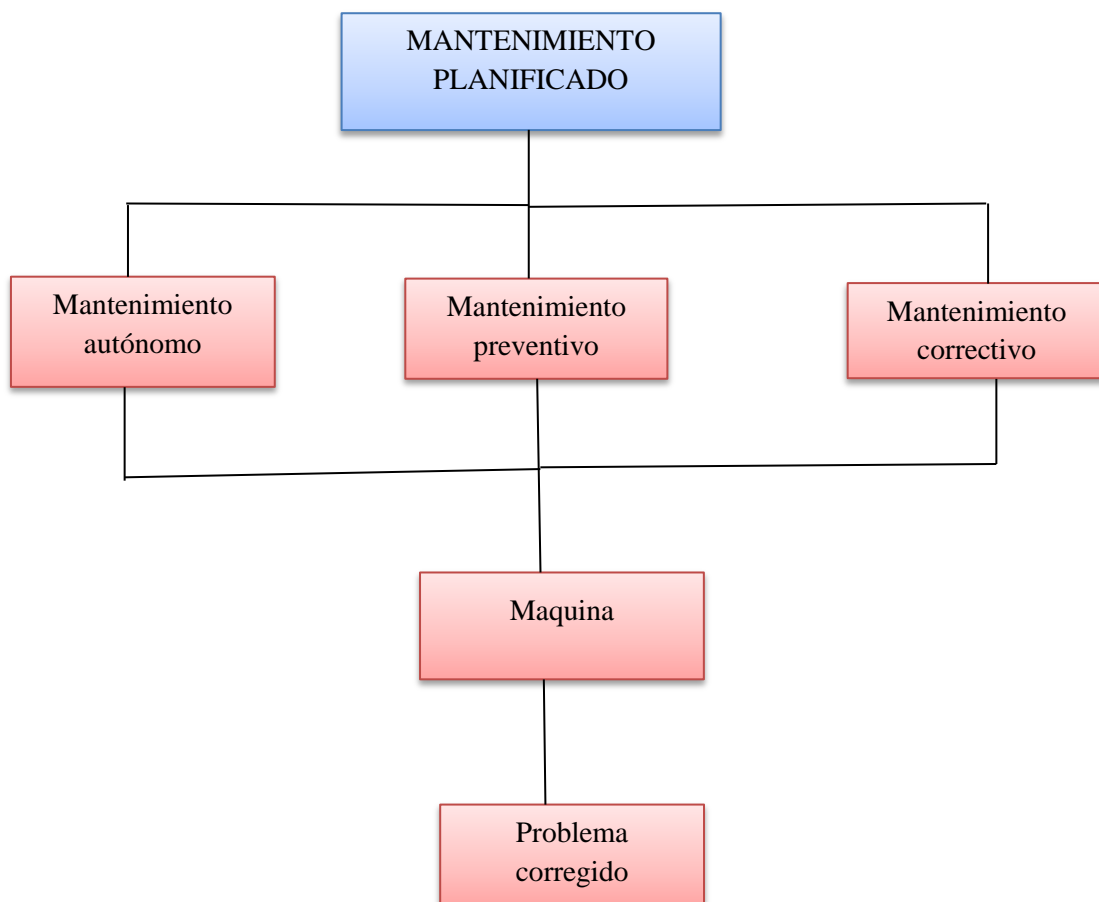
Mantener vigente las mejoras a lo largo de cada etapa y darlas a conocer a los trabajadores.

Mantenimiento planificado

El mantenimiento planificado son las coordinaciones que se llevan a cabo con el departamento de mantenimiento tiene una coordinación con las actividades propias del mantenimiento autónomo.

Es cumplir con las tareas del mantenimiento requerido por los equipos y ejecutarlas en un momento adecuado sin perjudicar la producción.

Figura 24. Organigrama del mantenimiento



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Plan de mantenimiento en planta

El plan de mantenimiento nos permite detectar fallas y reducir las paradas de los equipos por problemas mecánicos eléctricos, aumenta la vida útil del equipo y también reduce costos de reparación.

Línea de producción de las maquinas en la empresa

A continuación se muestra la línea de las maquinas en la empresa ladrillara, son las maquinas principales de los procesos y las que van estar en el plan de mantenimiento

Figura 25. Línea de producción de las maquinas en la empresa.

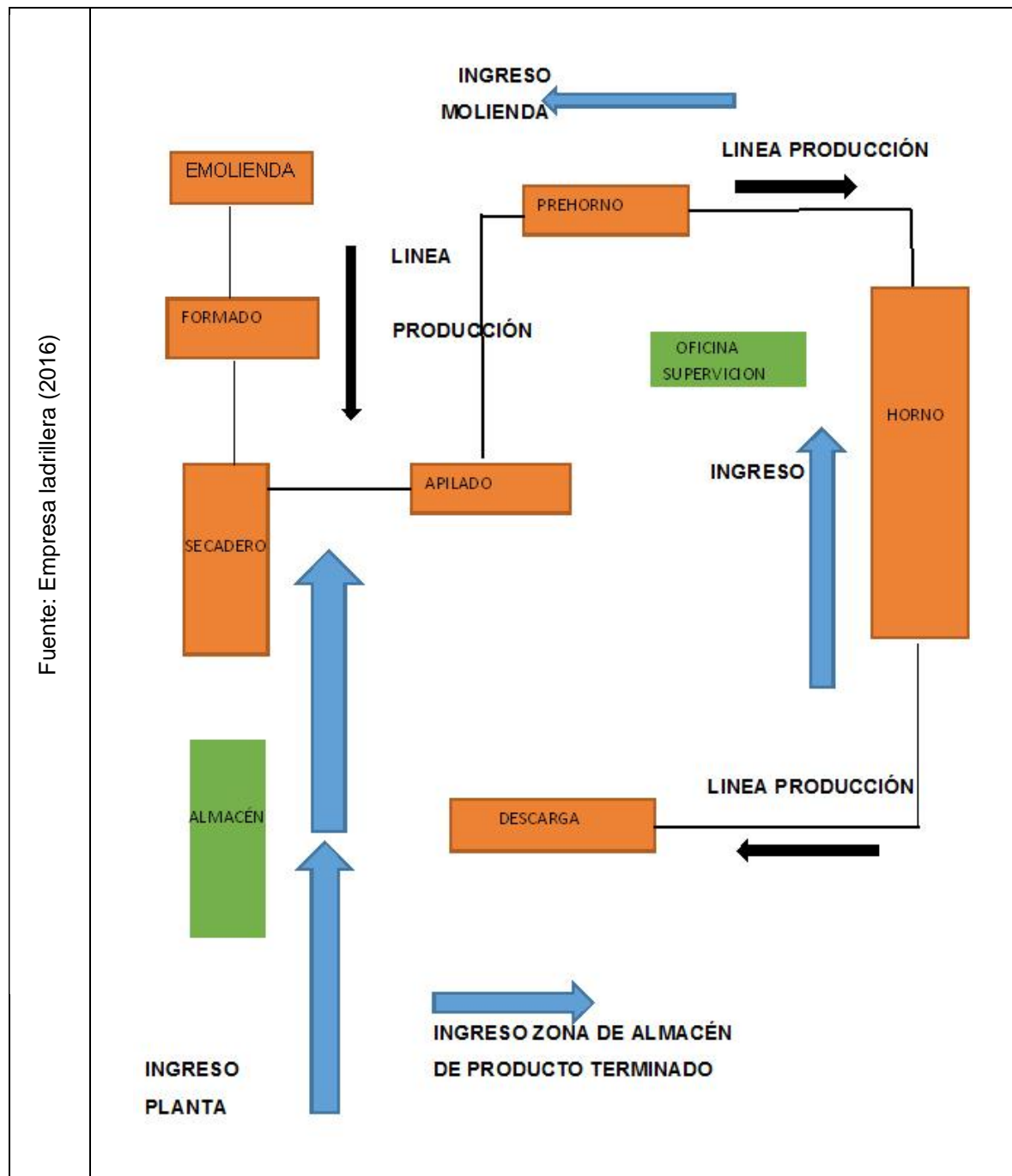


Tabla 19. Lista de equipos, herramientas seleccionados para el mantenimientos

POSICIÓN	MAQUINAS	EQUIPOS	CANTIDAD
1	Molienda	máquina de soldar	1
2	Molienda	Pinza a perimétrica	1
3	Molienda	Banco de torno	1
4	Molienda	Lubricadora	1
5	Formado	Lubricadora	1
6	Formado	Cinceles	4
7	Formado	Taladro	1
8	Formado	Cortadora de disco	1
9	Secadero	lubricadora	1
10	Secadero	Pinza a perimétrica	1
11	Apilado	Destornillador	3
12	Apilado	Francesa	2
13	Apilado	Llave 14, 12 ,13,8	1
14	Apilado	Pinza a perimétrica	4
15	Apilado	Lubricadora	6
16	Horno	Medidor de temperatura	1
17	Horno	lubricadora	1
18	Horno	Pinza a perimétrica	1
19	Horno	Francesa	1
20	Descarga	Pinza a perimétrica	1
21	Descarga	Llave 14, 12 ,13,8	1
22	Descarga	Estilo	1
23	Descarga	Saca candado de cadena	1
24	Descarga	Alicate	1
25	Descarga	Lubricadora	1
26	Descarga	Sensores	10

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Codificación de los equipos

Se realiza un censo para poder codificar los equipos esto es de suma importancia para poder tener un mejor control de los equipos.

Se toma encuentra la posición de los equipos y su área para poder generar un código.


Tabla 20. Codificación de equipos

EQUIPO	CÓDIGO	CANTIDAD
Molienda	MOL-01	1
Formado	FOR-02	1
Horno secadero	H-SEC-03	1
Pinza apiladora	PIN A-04	1
Horno cocción	HOR -05	1
Pinza descargadora	PIN D-06	1

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

FICHA TECNICA DEL EQUIPO

Se realiza la creación de formato que nos brinde información de características técnicas y generales del equipo.

TARJETA MAESTRA		
DATOS GENERALES DEL EQUIPO		
Fecha instalación 01 / 2005		
EQUIPO	CODIGO	PESO
Molienda	Mol- 01	6 mil toneladas
Motor- Mitsubishi		Serial- 10530
TIEMPO DE OPERACIÓN		
TURNO 1	8 horas	
TURNO 2	8 horas	
TURNO 3	8 horas	
DATOS DEL FABRICANTE		
MARCA	PAÍS	TELEFONO
Alpina	Italia	xxxxxx
SERVICIO DE OPERACIÓN DEL MOTOR		
VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA
440 V	7.6 A	5 KW
OBSERVACIONES		

		
TARJETA MAESTRA		
DATOS GENERALES DEL EQUIPO		
Fecha de instalación 01 / 2005		
EQUIPO	CODIGO	PESO
Pinza apiladora	PIN A-04	4 mil toneladas
Motor- Mitsubishi Serie - 10534		
TIEMPO DE OPERACIÓN		
TURNO 1	8 horas	
TURNO 2	8 horas	
TURNO 3	8 horas	
DATOS DEL FABRICANTE		
MARCA	PAÍS	TELEFONO
Alpina	Italia	xxxxxx
SERVICIO DE OPERACIÓN DEL MOTOR		
VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA
440 V	4.8A	3 KW
OBSERVACIONES		

		
TARJETA MAESTRA		
DATOS GENERALES DEL EQUIPO		
Fecha de instalación 01/ 2005		
EQUIPO	CODIGO	PESO
Pinza descarga	PIN-06	3 mil toneladas
Motor - Mitsubishi Serie - 10538		
TIEMPO DE OPERACIÓN		
TURNO 1	8 horas	
TURNO 2	8 horas	
TURNO 3	8 horas	
DATOS DEL FABRICANTE		
MARCA	PAÍS	TELEFONO
Alpina	Italia	xxxxxxx
SERVICIO DE OPERACIÓN DEL MOTOR		
VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA
440 V	4.8 A	3 KW
OBSERVACIONES		

Actividades de mantenimiento

Lubricación

Eléctricas

Mecánicas

Para las actividades de mantenimiento se realiza una codificación por cada una para que el operador pueda identificar.

Tabla 21. Actividades de lubricación

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Engrase y lubricación	L 01
Lubricación de rodamientos	L 02
Controlar fugas de aceite	L 03
Cambio de aceite	L 04

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 22. Actividades eléctricas

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Revisión componentes eléctricos	E01
Revisión de amperaje voltaje	E 02
Revisión del motor eléctrico	E 03
Revisión de los cables	E04

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla para motores eléctricos

Amperaje del motor en Hp, CA

Tabla 23. Valores de motores eléctricos

Caballos de Fuerza	208 V	230 V	460 V
½	2.2	2.0	1.0
¼	5.8	3.2	2.9
1	4.0	3.6	1.8
1½	5.7	5.2	2.6
2	7.5	6.8	3.4
3	10.7	9.6	4.8
5	16.7	15.2	7.6
7½	24.0	22.0	11.0
10	31.0	28.0	14.0
15	46.0	42.0	21.0
20	59.0	54.0	27.0
25	75.0	68.0	34.0
30	88.0	80.0	40.0
40	114.0	104.0	52.0
50	143.0	130.0	65.0
60	170.0	154.0	77.0
75	211.0	192.0	96.0
100	273.0	248.0	124.0
125	342.0	312.0	156.0
150	396.0	360.0	180.0
200	528.0	480.0	240.0

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 24. Actividades mecánicas

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Ajuste de las partes móviles de engranaje	M 01
Ajuste de cadenas y fajas transportadoras	M 02
Cambio de piezas en mal estado	M 03
Cambio de calzas de la pinza	M 04
Calibración del equipo	M 05
Ajuste y cambio de rodaje del equipo	M 06

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Actividades de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento nos detallan la frecuencia de las principales acciones a tomar con respecto a las máquinas para un buen funcionamiento

Tabla 25. Plan de actividades de mantenimiento

PLAN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		
ITEM	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
1	Engrase de rodajes	Semanal
2	Engrase lubricación a los motores	Mensual
3	Cambio de aceite	Mensual
4	Revisión de tableros electrónicos	Mensuales
5	Control de amperaje de los motores	Semanal
6	Revisión de los bobinas del motor	Mensual
7	Verificar la corrosión del cableado	Mensual
8	Control del aceite del rotor del motor	Mensual
9	Ajuste de los pernos de maquinas	Diario
10	Mantenimiento de cadenas y fajas	Mensuales
11	Recambio de piezas	Mensuales
13	Cambio de calzas de las pinzas	Mensuales
14	Calibración de los equipos	Diario
15	Reparación y cambio de rodajes	mensual


Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 26. Personal capacitado realizando mantenimiento a los motores.



Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 26. Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo.

		CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION									
		DEL									
		MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Ítem	Actividades	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	sem 7	sem 8		
1	Determinar las metas y objetivos										
2	Establecer los requerimientos										
3	Máquinas y equipos a incluir										
4	Seleccionar el departamento										
5	Determinar disciplinas al programa										
6	Declarar la posición del mantenimiento										
7	Entrenamiento al personal										

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo

El cronograma consideró los siguientes aspectos, cuyo formato se encuentra en Anexo.

Metas y objetivos: Que es lo que se quiere obtener del programa de mantenimiento, Reducir las fallas, Mejorar la productividad, Mejorará el rendimiento de los equipos

Establecer los requerimientos para el mantenimiento: Como la compra de herramientas elaborar los formatos darle toda la facilidad al personal para aplicar el mantenimiento

Máquinas y equipos a incluir: Cuáles son los equipos más críticos para el mantenimiento


Seleccionar el departamento: Se selecciona el área o el lugar donde se aplicó el mantenimiento

Determinar disciplinas al programa: Determinar inspecciones periódicas de monitoreo y analices de aceite y lubricación

Declarar posición del mantenimiento: Es importante que las personas de la organización sepan de qué se trata el mantenimiento

Entrenamiento del personal: Entrenar al personal capacitarlo sobre el mantenimiento preventivo

Tabla 27. Cronograma de implementación del mantenimiento autónomo.

		CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO							
Ítem	Actividades	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	sem 7	sem 8
1	Limpieza inicial								
2	Proponer medidas para las causas de polvo y basura								
3	Limpieza lubricación								
4	Inspección general								
5	Organización y ordenamiento								
6	Termino de implementación								

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Cronograma de implementación del mantenimiento autónomo

Este cronograma cuenta con un formato que se encuentra en Anexo.

Limpieza inicial: Limpieza por parte de los operadores de sus máquinas y área de trabajo la limpieza es un proceso educativo que nos lleva al cambio.

Proponer medidas para las causas del polvo y basura: Las medidas que se tomaran es que cada uno de los operarios al término de su jornada laboral tiene que dejar limpio su puesto de trabajo y la máquina para el turno siguiente.

Limpieza y lubricación: Para prevenir el deterioro de las maquinas se debe determinar la limpieza y lubricación de cada pieza de las maquinas

Inspección general: Detectar las fallas de los equipos a través de una inspección general diaria se capacito al personal para detectar la anomalías en los equipos.

Organización y ordenamiento: La organización y saber ordenarse es un medio para tener un buen desempeño en nuestra área de trabajo, son las actividades de mejoramiento para fomentar y organizar el mantenimiento autónomo.

Termino de implementación: Al término de la implementación todo el personal debe estar capacitado para aplicar el mantenimiento en sus máquinas.
Los operadores serán más profesionales para poder tener un buen desempeño

Formato de quejas

En este formato se registraran todas anomalías que se den en planta cuando el operario tiene un problema en la máquina, no ser atendido como debe ser ola brevedad posible el operador está en el derecho de presentar esta queja al departamento de mantenimiento. (Ver Anexo)

2.7.4. Resultados

Captura de datos después

Con la implementación de TPM, los datos por dimensiones de disponibilidad, rendimiento y tasa de calidad son los que se muestran en tabla.

Tabla 28. Información de dimensiones del mantenimiento antes de la implementación.

MES DE ENERO						
CUADRO DE % DE LAS MAQUINAS						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	84.38%	79%	88%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	78.13%	79%	79%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.25%	79%	87%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	83.33%	77%	90%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	79.17%	83%	82%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	75.00%	79%	89%
MES DE FEBRERO						
MAQUINA						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	87.50%	83%	90%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.25%	83%	81%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	83.33%	85%	89%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	85.42%	83%	90%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	81.25%	85%	85%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	79.17%	82%	90%
MES DE MARZO						
MAQUINA						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	91.67%	88%	93%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	87.50%	88%	86%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	88.89%	90%	93%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	89.58%	88%	93%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	87.50%	90%	90%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	85.42%	87%	94%
MES DE ABRIL						
MAQUINA						
N°	CODIGO	UBICACIÓN	AREA	% DISPONIBILIDAD	% RENDIMIENTO	% CALIDAD
1	MOL-01	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	95.83%	92%	96%
2	FOR-02	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	96.53%	96%	91%
3	SEC-03	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	95.83%	94%	96%
4	PIN A-04	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	96.18%	92%	96%
5	HOR-05	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	95.83%	94%	95%
6	PIN D-06	PLANTA-2	PRODUCCIÓN	94.44%	92%	97%

En la tabla 29 se observa la producción semanal de ladrillos después de la implementación del Mantenimiento Productivo Total.

Tabla 29. Producción semanal de ladrillos después.

Mes	Tiempo	Coches producidos por turno	Turno por día	Producción Coches Total por día	Producción semanal coches	Producción ladrillos por coche	Producción semanal ladrillos
Enero	Semana 1	11.00	3.00	33.00	231.00	2520	582120
	Semana 2	11.80	3.00	35.40	247.80	2520	624456
	Semana 3	11.90	3.00	35.70	249.90	2520	629748
	Semana 4	11.50	3.00	34.50	241.50	2520	608580
Febrero	Semana 5	11.80	3.00	35.40	247.80	2520	624456
	Semana 6	11.60	3.00	34.80	243.60	2520	613872
	Semana 7	11.80	3.00	35.40	247.80	2520	624456
	Semana 8	11.80	3.00	35.40	247.80	2520	624456
Marzo	Semana 9	10.80	3.00	32.40	226.80	2520	571536
	Semana 10	11.30	3.00	33.90	237.30	2520	597996
	Semana 11	11.30	3.00	33.90	237.30	2520	597996
	Semana 12	11.36	3.00	34.08	238.56	2520	601171.2
Abril	Semana 13	10.90	3.00	32.70	228.90	2520	576828
	Semana 14	11.85	3.00	35.55	248.85	2520	627102
	Semana 15	11.70	3.00	35.10	245.70	2520	619164
	Semana 16	10.50	3.00	31.50	220.50	2520	555660

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 30. Horas máquina de producción semanal de ladrillos después.

Mes	Tiempo	Horas paradas máquinas	Producción perdida	Total Producción semanal	Meta	Cumplimiento	Horas máquina programadas	Horas máquina utilizadas
Enero	Semana 1	6.3	31752	550368	635040	0.86666667	168	161.7
	Semana 2	6	30240	594216	635040	0.93571429	168	161.7
	Semana 3	6.1	30744	599004	635040	0.94325397	168	161.7
	Semana 4	6	30240	578340	635040	0.91071429	168	161.7
Febrero	Semana 5	6.6	33264	591192	635040	0.93095238	168	161.7
	Semana 6	6.2	31248	582624	635040	0.91746032	168	161.7
	Semana 7	6.3	31752	592704	635040	0.93333333	168	161.7
	Semana 8	6.5	32760	591696	635040	0.93174603	168	161.7
Marzo	Semana 9	6.7	33768	537768	635040	0.8468254	168	161.7
	Semana 10	6.3	31752	566244	635040	0.89166667	168	161.7
	Semana 11	6.3	31752	566244	635040	0.89166667	168	161.7
	Semana 12	6.3	31752	569419.2	635040	0.89666667	168	161.7
Abril	Semana 13	6.3	31752	545076	635040	0.85833333	168	161.7
	Semana 14	6.3	31752	595350	635040	0.9375	168	161.7
	Semana 15	6.3	31752	587412	635040	0.925	168	161.7
	Semana 16	6.3	31752	523908	635040	0.825	168	161.7

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 31. Productividad, eficiencia y eficacia después de la implementación.

Mes	Tiempo	Productividad	Productividad (%)	Eficiencia	Eficacia
Enero	Semana 1	550368	86.67%	96.25%	91.67%
	Semana 2	594216	93.57%	96.43%	98.33%
	Semana 3	599004	94.33%	96.37%	99.17%
	Semana 4	578340	91.07%	96.43%	95.83%
Febrero	Semana 5	591192	93.10%	96.07%	98.33%
	Semana 6	582624	91.75%	96.31%	96.67%
	Semana 7	592704	93.33%	96.25%	98.33%
	Semana 8	591696	93.17%	96.13%	98.33%
Marzo	Semana 9	537768	84.68%	96.01%	90.00%
	Semana 10	566244	89.17%	96.25%	94.17%
	Semana 11	566244	88.77%	95.95%	94.17%
	Semana 12	569419.2	89.83%	96.37%	94.67%
Abril	Semana 13	545076	85.91%	96.31%	90.83%
	Semana 14	595350	93.19%	95.83%	98.75%
	Semana 15	587412	92.50%	96.25%	97.50%
	Semana 16	523908	82.50%	96.25%	87.50%

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

2.7.5. Análisis Económico Financiero

$$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

Donde:

Fn = Flujo de caja en el periodo n

n = número de periodos

I = valor de la inversión inicial

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Donde:

Fn = Flujo de caja en el periodo n

i = tasa de descuento o costo de oportunidad del capital

n = vida útil del proyecto

T = Tiempo

Tabla 32. Flujo de caja económico

Rubro / Año	Año 0 (Inversión)	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17
Ingresos						
Ingresos por utilidades						
Ingreso por ahorro en incidentes		53,708	53,708	53,708	53,708	53,708
Egresos						
Costo por capacitaciones	-23,990	-23,990	-23,990	-23,990	-23,990	
Inversión en materiales	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	-9,000	
Inversión en seguridad	-4,022	-4,022	-4,022	-4,022	-4,022	
Flujo Caja Económ.	-37,012	16,696	16,696	16,696	16,696	53,708

Tabla 33. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

INDICADORES	VALOR	
VAN	48,297	
TIR	45.11%	
Aporte Socio	14,805	40.00%
Aporte de Banco	22,207	60.00%
Total	37,012	100%
Tasa COK	17.87%	
Tasa Deuda	7.66%	
Renta	30.00%	
Tasa WACC	10.37%	

Según se observa la VAN para los 4 meses es de S/ 59,798 > 0 y la tasa de interés de retorno es de 45.11% > COK. Asimismo, el valor del ratio beneficio costo es de 1.60 > 1, por que el proyecto es apropiado. Por todo lo mencionado, se concluye que el proyecto es viable y factible.

$$\frac{B}{C} = \frac{VA \text{ Ingresos}}{Io + VA \text{ Costos}} > 1$$

Tabla 34. Relación costo/ beneficio.

	Valor presente
Costo total	37,012.00
Beneficio	53,708.00
Relación Beneficio/Costo	1.45

La relación B/C es superior a 1, por lo que la propuesta se aceptó para su ejecución según cronograma.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivos

3.1.1. Variable dependiente: Productividad

Tabla 35. Matriz de datos observados: Productividad.

	Productividad		Producción semanal	Producción semanal
			Antes	Después
Registro 1	51.59%	86.67%	327,600	550,368
Registro 2	49.13%	93.57%	311,976	594,216
Registro 3	47.50%	94.33%	301,644	599,004
Registro 4	33.33%	91.07%	211,680	578,340
Registro 5	50.00%	93.10%	317,520	591,192
Registro 6	37.50%	91.75%	238,140	582,624
Registro 7	50.00%	93.33%	317,520	592,704
Registro 8	46.79%	93.17%	297,108	591,696
Registro 9	52.38%	84.68%	332,640	537,768
Registro 10	48.33%	89.17%	306,936	566,244
Registro 11	50.00%	88.77%	317,520	563,724
Registro 12	33.33%	89.83%	211,680	570,427
Registro 13	50.00%	85.91%	317,520	545,580
Registro 14	53.17%	93.19%	337,680	591,822
Registro 15	50.00%	92.50%	317,520	587,412
Registro 16	33.33%	82.50%	211,680	523,908

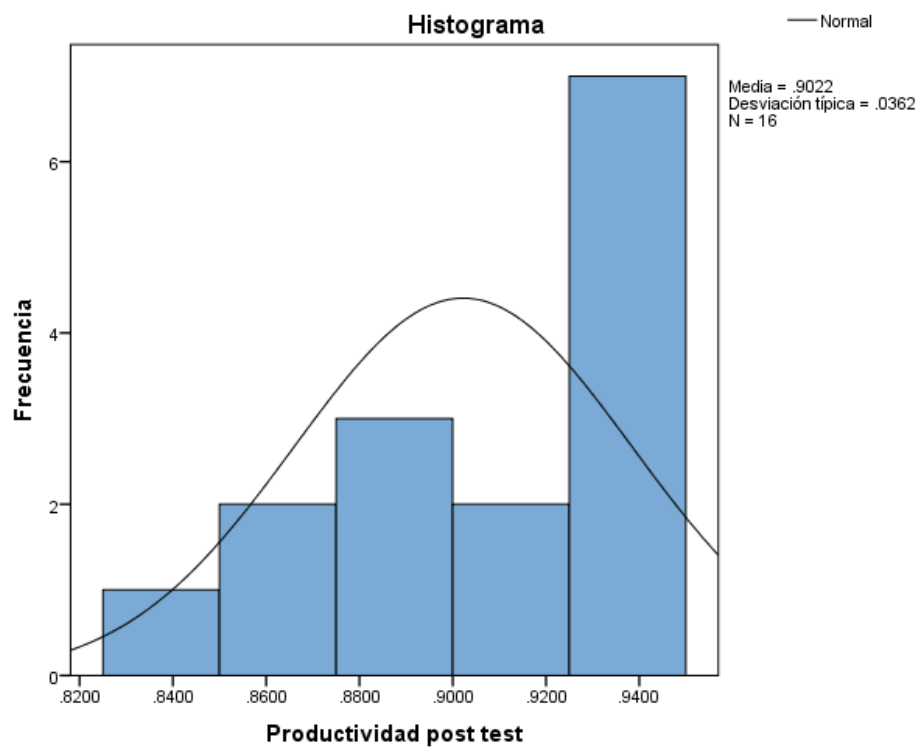
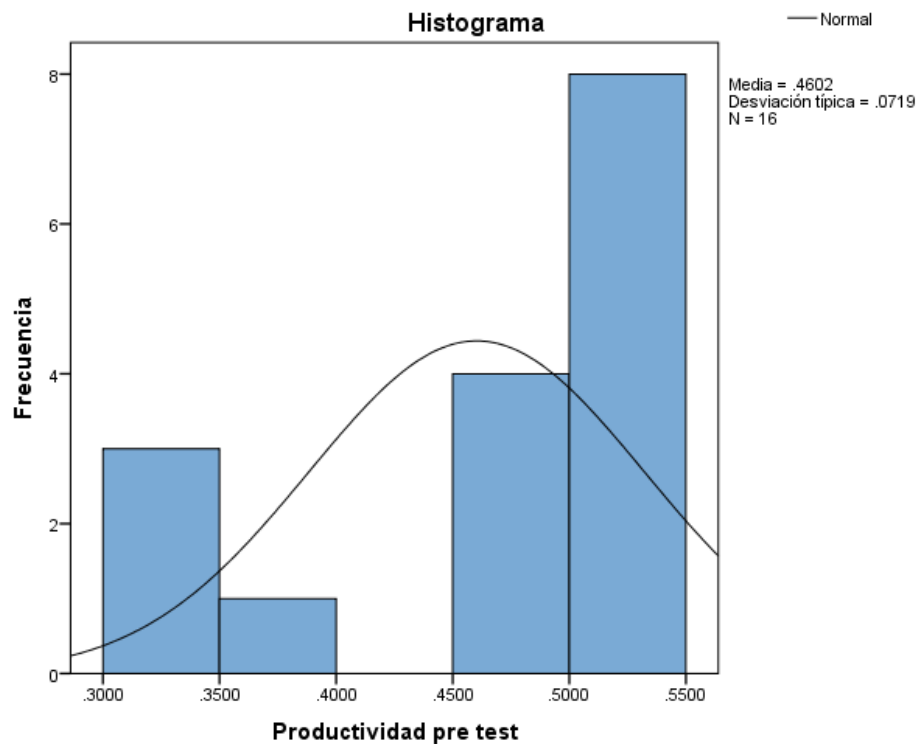
Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 36. Resultados estadísticos: Productividad.

		Estadístico			Estadístico
Productividad pre test	Media	.460238	Productividad post test	Media	0.9022125
	Mediana	.495650		Mediana	.914100
	Varianza	.005		Varianza	.001
	Desv. típ.	.0718929		Desv. típ.	.0362116
	Mínimo	.3333		Mínimo	.8250
	Máximo	.5317		Máximo	.9433
	Rango	.1984		Rango	.1183
	Asimetría	-1.148		Asimetría	-.852
	Curtosis	-.362		Curtosis	-.367

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 27. Histograma: Productividad.



3.1.2. Variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia

Tabla 37. Matriz de datos observados: Eficiencia.

	Eficiencia		Horas máquina utilizadas	Horas máquina programadas
			Antes	Después
Registro 1	76.19%	96.25%	161.7	168
Registro 2	75.60%	96.43%	162	168
Registro 3	75.00%	96.37%	161.9	168
Registro 4	68.75%	96.43%	162	168
Registro 5	75.00%	96.07%	161.4	168
Registro 6	68.75%	96.31%	161.8	168
Registro 7	75.00%	96.25%	161.7	168
Registro 8	73.21%	96.13%	161.5	168
Registro 9	76.79%	96.01%	161.3	168
Registro 10	75.00%	96.25%	161.7	168
Registro 11	75.00%	95.95%	161.2	168
Registro 12	68.75%	96.37%	161.9	168
Registro 13	75.00%	96.31%	161.8	168
Registro 14	77.38%	95.83%	161	168
Registro 15	75.00%	96.25%	161.7	168
Registro 16	68.75%	96.25%	161.7	168

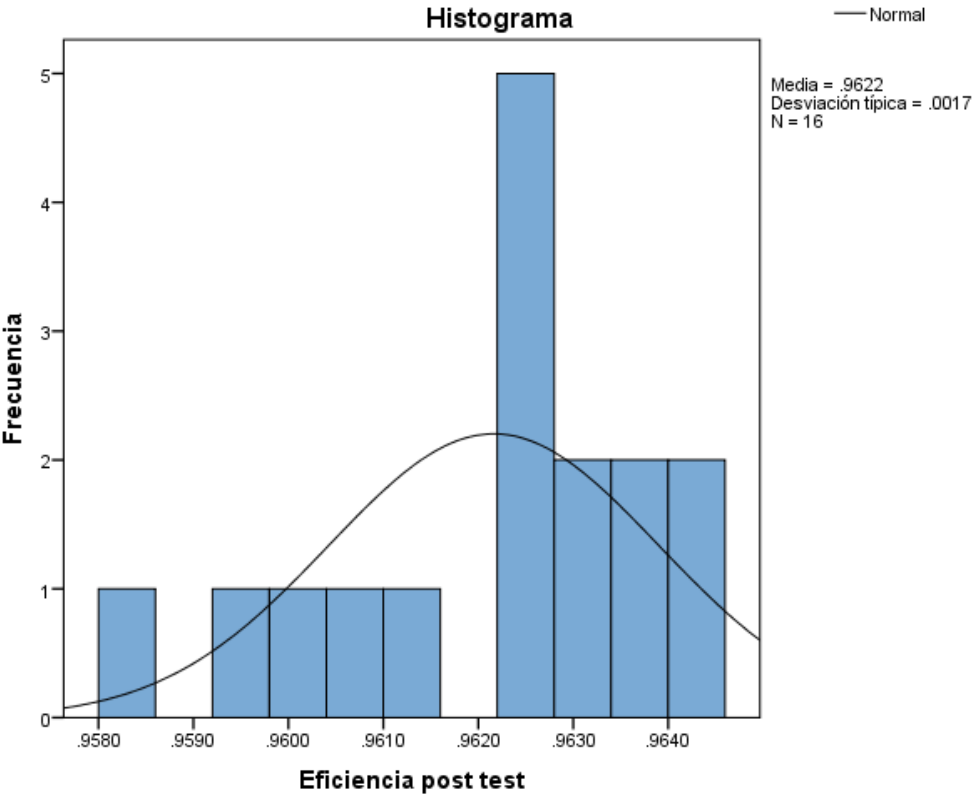
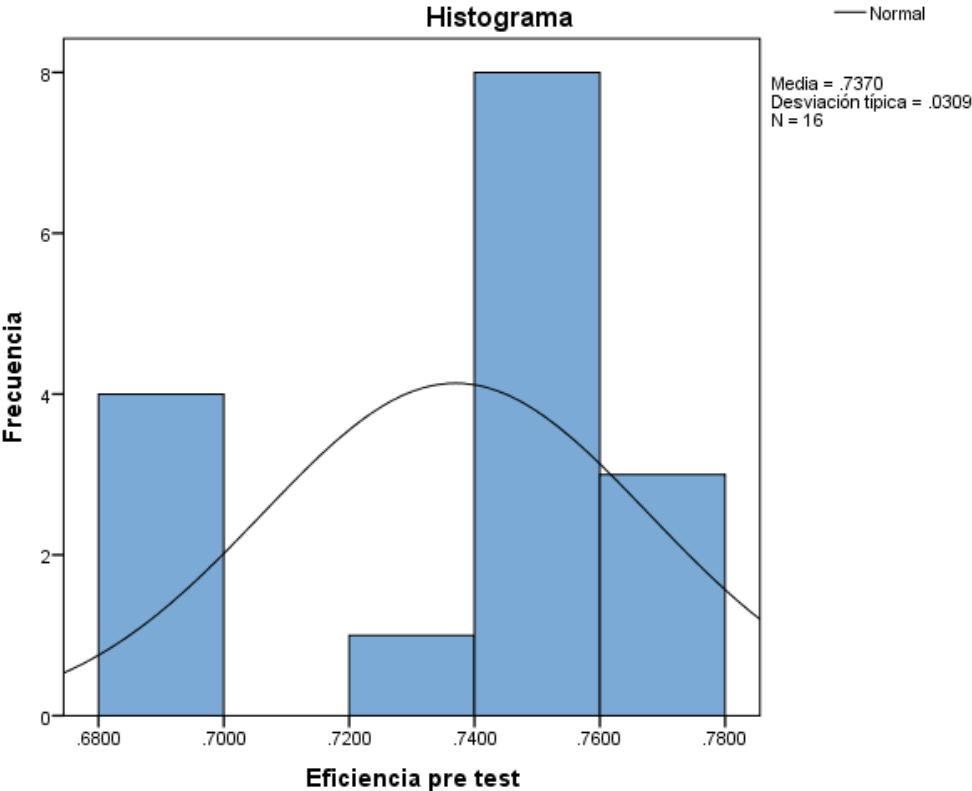
Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 38. Resultados estadísticos: Eficiencia.

		Estadístico			Estadístico
Eficiencia pre test	Media	.736981	Eficiencia post test	Media	.962163
	Mediana	.750000		Mediana	.962500
	Varianza	.001		Varianza	.000
	Desv. típ.	.0308740		Desv. típ.	.0017385
	Mínimo	.6875		Mínimo	.9583
	Máximo	.7738		Máximo	.9643
	Rango	.0863		Rango	.0060
	Asimetría	-.951		Asimetría	-.876
	Curtosis	-.699		Curtosis	.115

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 28. Histograma: Eficiencia.



3.1.3. Variable dependiente – dimensión 2: Eficacia

Tabla 39. Matriz de datos observados: Eficacia.

	Eficacia		Horas máquina utilizadas	Horas máquina programadas	Meta
			Antes	Después	
Registro 1	83.33%	91.67%	529,200	582,120	635,040
Registro 2	81.67%	98.33%	518,616	624,456	635,040
Registro 3	80.83%	99.17%	513,324	629,748	635,040
Registro 4	75.00%	95.83%	476,280	608,580	635,040
Registro 5	83.33%	98.33%	529,200	624,456	635,040
Registro 6	79.17%	96.67%	502,740	613,872	635,040
Registro 7	83.33%	98.33%	529,200	624,456	635,040
Registro 8	82.50%	98.33%	523,908	624,456	635,040
Registro 9	83.33%	90.00%	529,200	571,536	635,040
Registro 10	81.67%	94.17%	518,616	597,996	635,040
Registro 11	83.33%	94.17%	529,200	597,996	635,040
Registro 12	75.00%	94.67%	476,280	601,171	635,040
Registro 13	83.33%	90.83%	529,200	576,828	635,040
Registro 14	83.33%	98.75%	529,200	627,102	635,040
Registro 15	83.33%	97.50%	529,200	619,164	635,040
Registro 16	75.00%	87.50%	476,280	555,660	635,040

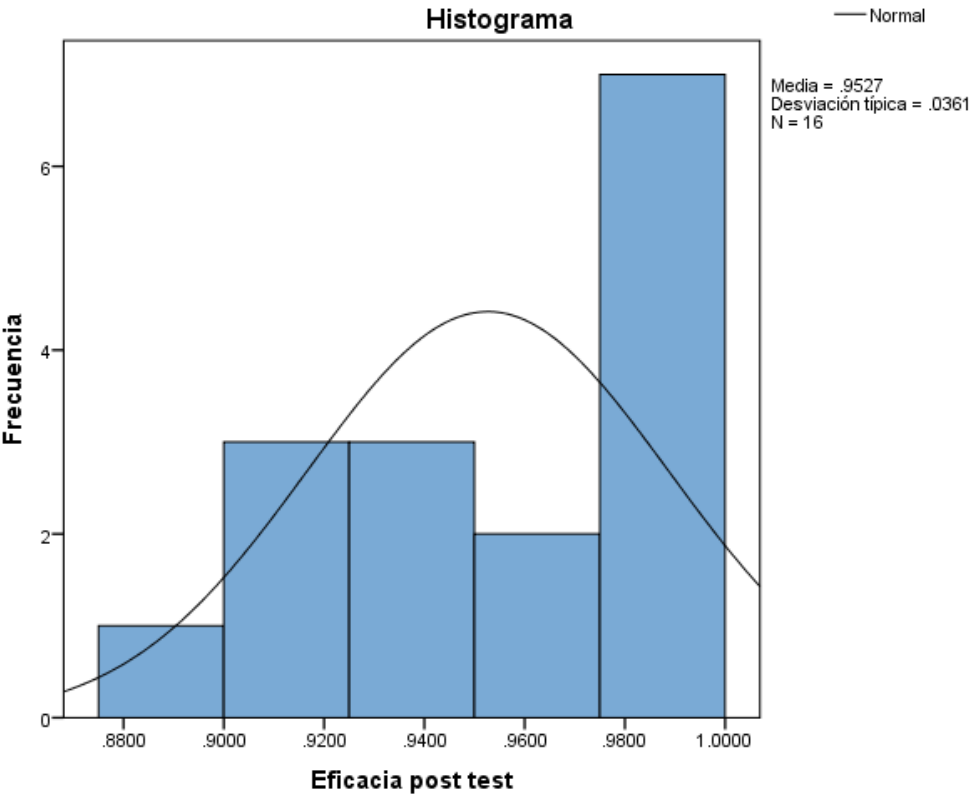
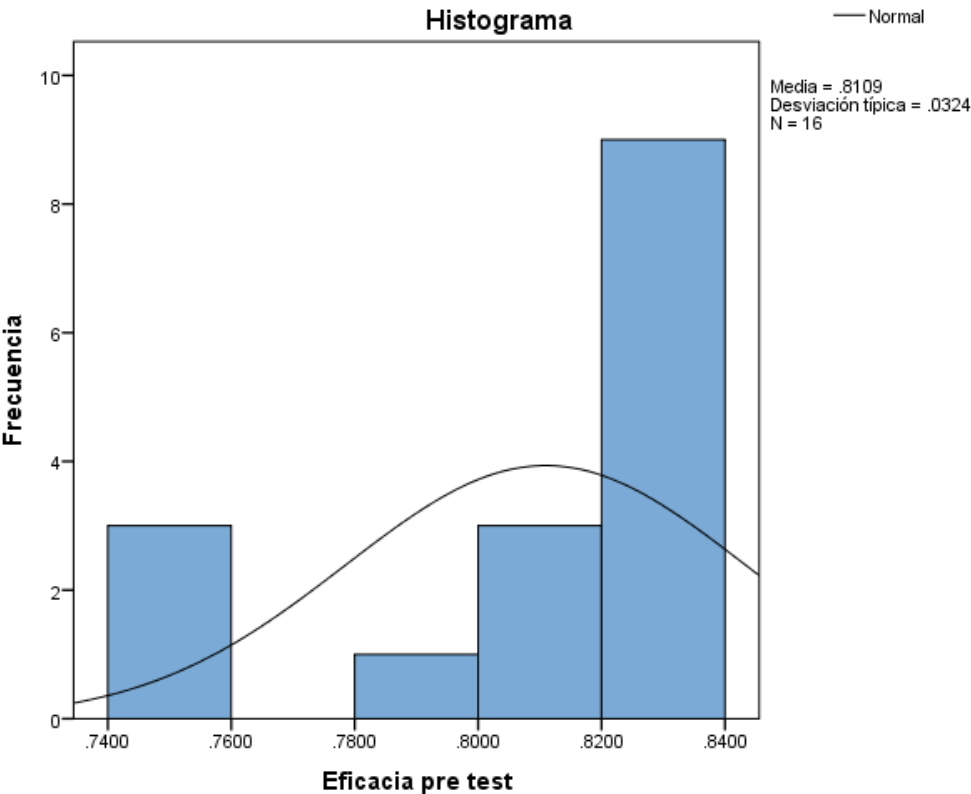
Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Tabla 40. Resultados estadísticos: Eficacia.

		Estadístico			Estadístico
Eficacia pre test	Media	.810925	Eficacia post test	Media	.952656
	Mediana	.829150		Mediana	.962500
	Varianza	.001		Varianza	.001
	Desv. típ.	.0324366		Desv. típ.	.0361128
	Mínimo	.7500		Mínimo	.8750
	Máximo	.8333		Máximo	.9917
	Rango	.0833		Rango	.1167
	Asimetría	-1.323		Asimetría	-.841
	Curtosis	.208		Curtosis	-.356

Fuente: Empresa ladrillera (2016).

Figura 29. Histograma: Eficacia.



3.2. Análisis inferencial

3.2.1. Prueba de hipótesis variable dependiente: Productividad

Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula (H_0)

H_0 : La aplicación del Mantenimiento Productivo Total no mejorará la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.

Hipótesis Alternativa (H_1)

H_1 : La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.

Prueba de normalidad

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} > \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 41. Prueba de normalidad: Productividad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.753	16	.071
Productividad después	.892	16	.060

Tabla 42. Determinación de normalidad: Productividad.

P valor (productividad-antes) = 0.71	>	$\alpha = 0.05$
P valor (productividad-después) = 0.06	>	$\alpha = 0.05$

Como p-valor es mayor al valor de α (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo tanto es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 43. Prueba T para muestras relacionadas: Productividad.

		Media	N
Par 1	Productividad antes	.460238	16
	Productividad después	.902213	16

De la tabla 43 se observó que la media de la productividad antes del Mantenimiento Productivo Total es de 0.46 (46.02%), y la media de la productividad después del Mantenimiento Productivo Total es de 0.90 (90.22%).

Tabla 44. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Productividad antes y Productividad después	16	.184	.496

Tabla 45. Prueba de muestras relacionadas: Productividad.

		Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Productividad antes - Productividad después	-.4419750	.0743265	.0185816	-.4815808	-.4023692	-23.786	15	.000

Conclusión: Como p es menor a 0,05 (0,000), por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre la productividad antes y después del Mantenimiento Productivo Total. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna de investigación que señala que el Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad en del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

3.2.2. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 1: Eficiencia

Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula (H_0)

H_0 : La aplicación del Mantenimiento Productivo Total no mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

Hipótesis Alternativa (H_1)

H_1 : La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

Prueba de normalidad

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} = > \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 46. Prueba de normalidad.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	.767	16	.061
Eficiencia después	.910	16	.116

Tabla 47. Determinación de normalidad.

P valor (eficiencia-antes) = 0.061	>	$\alpha = 0.05$
P valor (eficiencia-después) = 0.116	>	$\alpha = 0.05$

Como $p\text{-valor}$ es mayor al valor de α (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo tanto es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 48. Prueba T para muestras relacionadas: Eficiencia.

		Media	N
Par 1	Eficiencia antes	.736981	16
	Eficiencia después	.962163	16

De la tabla 48 se observó que la media de la eficiencia antes del estudio de métodos y tiempos es de 0.73 (73.69%), y la media de la eficiencia después del estudio de métodos y tiempos es de 0.96 (96.21%).

Tabla 49. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficiencia antes y Eficiencia después	16	-.504	.046

Tabla 50. Prueba de muestras relacionadas: Eficiencia.

		Diferencias relacionadas							Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficiencia antes - Eficiencia después	-.2251813	.0317860	.0079465	-.2421188	-.2082437	-28.337	15	.000

Conclusión: Como p es menor a 0,05, por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre la eficiencia antes y después del Mantenimiento Productivo Total. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna de investigación que afirma que el estudio de métodos y tiempos mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

3.2.3. Prueba de hipótesis variable dependiente – dimensión 2: Eficacia

Enunciado de la hipótesis de investigación

Hipótesis Nula (H_0)

H_0 : El estudio de métodos y tiempos no mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

Hipótesis Alternativa (H_1)

H_1 : El estudio de métodos y tiempos mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

Prueba de normalidad

Para corroborar la distribución normal se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30 hojas de registros. El criterio para determinar si la (VA) se distribuye normalmente es:

$p\text{-valor} > \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

$p\text{-valor} < \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 51. Prueba de normalidad: Eficacia.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	.699	16	.070
Eficacia después	.886	16	.068

Tabla 52. Determinación de normalidad. Eficacia.

P valor (eficacia-antes) = 0.070	>	$\alpha = 0.05$
P valor (eficacia -después) = 0.068	>	$\alpha = 0.05$

Como $p\text{-valor}$ es mayor al valor de α (0.05) se acepta la hipótesis nula por lo tanto es posible afirmar que los datos provienen de una distribución normal.

Prueba de hipótesis de diferencia de medias

Tabla 53. Prueba T para muestras relacionadas: Eficacia.

		Media	N
Par 1	Eficacia antes	.810925	16
	Eficacia después	.952656	16

De la tabla 53 se observó que la media de la eficacia antes del Mantenimiento Productivo Total es de 0.81 (81.09%), y la media de la eficacia después del Mantenimiento Productivo Total es de 0.95 (95.26%).

Tabla 54. Correlaciones de muestras relacionadas.

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Eficacia antes y Eficacia después	16	.248	.355

Tabla 55. Prueba de muestras relacionadas: Eficacia.

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Eficacia antes - Eficacia después	-.1417313	.0421405	.0105351	-.1641864	-.1192761	-13.453	15	.000

Conclusión: Como p es menor a 0,05 (0,00), por lo tanto, hay diferencias estadísticamente significativas entre la eficacia antes y después del Mantenimiento Productivo Total. Por lo tanto, se acepta que el Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016.

IV. DISCUSIÓN

La hipótesis general señala que aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016, habiéndose observado que la media de la productividad antes del mantenimiento preventivo es de 46.02, y la media de la productividad después del Mantenimiento Productivo Total fue de 90.22%, encontrándose diferencias significativas entre la media de la productividad en el antes y después $p < 0.05$. Este resultado se confirma con Jara (2015) en la tesis “Diseño de un sistema de gestión y control de operaciones basado en metodología TPM, para la compañía Soldadura & Montaje Moscoso” que sostiene que mediante la implantación del TPM se ha desarrollado la mejora continua y mediante el mantenimiento planificado y preventivo mejorando a su vez el costo de mantenimiento logrando así mejorar la productividad. Quintero y González (2013) en la tesis “Propuesta de un modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad el área de producción de la empresa ladrillera La Ximena” que concluyó que al optimizar sus procesos partiendo de políticas de mejora continua dando valor a sus procesos, se logró establecer una cadena de valor con documentación y estandarización de los procesos para la respectiva medición.

La hipótesis específica 1 señala que aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016, habiéndose observado que la media de la eficiencia antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 46.02%, y la media de la eficiencia después del Mantenimiento Productivo Total fue de 90.22%, encontrándose diferencias significativas entre la media del puntaje de la eficiencia en el antes y después $p < 0.05$. Este hallazgo se complementa con la producción mensual y la utilización de recursos en porcentajes planteados por Villota (2014) en la tesis “Implementación de técnica de mejoramiento: TPM para aumentar la productividad del proceso de mantenimiento automotriz, en busca del punto de equilibrio entre la oferta y la demanda empresa Toyocosta S.A.” quien resalta que realizado el diagnóstico la empresa generaba pérdidas de \$ 57070,80, entonces con la implementación de TPM se pretendió trazar las acciones incluyendo tareas por elementos y análisis del mantenimiento los que económicamente fue factible de ejecución, evitando así las pérdidas encontradas.

La hipótesis específica 2 señala que aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabayllo, 2016, habiéndose observado que la media de la eficacia antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 46.02%, y la media de la eficacia después del Mantenimiento Productivo Total fue de 90.22%, encontrándose diferencias significativas entre la media del puntaje de la eficacia en el antes y después $p < 0.05$. Se confirma este hallazgo en los estudios de Muñoz (2013) en la tesis “Implementación de modelos de excelencia, fortalecimiento del área productiva y aplicación TPM para Pymes del Valle de Aburra a través de la empresa GEO CONSULTING GROUP” que consideran que la aplicación de modelos de excelencia, aumenta la probabilidad en las PYMES de cumplir con los requisitos indispensables para competir en un entorno turbulento, con prácticas mundiales y con un sistema de emprenderismo en búsqueda de crecimiento continuo. ALBIACH, E. (2012) en la tesis “Aplicación de la metodología TPM para la reducción del tiempo de ajuste en cambio de formato de una maquina etiquetadora de botellas en una planta de envasado de cerveza”. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves, comprobándose el resultado de la eficiencia y eficacia de la implementación del TPM.

V. CONCLUSIÓN

Se determinó de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora significativamente la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La media de la productividad antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 46.02%, y la media de la productividad después del Mantenimiento Productivo Total fue de 90.22% (Tabla 43).

Se determinó de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora significativamente la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La media de la eficiencia antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 73.69%, y la media de la eficiencia después del Mantenimiento Productivo Total fue de 96.21% (Tabla 48).

Se determinó de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora significativamente la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La media de la eficacia antes del Mantenimiento Productivo Total fue de 81.09%, y la media de la eficacia después del Mantenimiento Productivo Total fue de 95.26% (Tabla 53).

VI.RECOMENDACIONES

A la Gerencia de Producción de la empresa ladrillera, realizar una convocatoria de personal para mantenimiento considerando al personal interno con experiencia propiciando un grupo especializado que maneje la información que se obtiene en los procesos a fin de continuar con las mejoras del mantenimiento implementado.

A la Gerencia de Producción de la empresa ladrillera, a fin de acceder al logro íntegro de las metas planteadas, se sugiere involucrar al personal en todo momento para controlar el mantenimiento autónomo y predictiva según los formatos asignados, apoyando todas las gestiones necesarias para llevar a cabo las tareas de mantenimiento. Con ello se logrará la mejora continua esperada.

A la Gerencia de Producción de la empresa ladrillera, efectuar un seguimiento a la maquinaria en cuanto a la fiabilidad, disponibilidad y tasa de calidad, para preveer la compra de equipos que permitan mantener la productividad de la empresa. Solo así será posible llegar al cumplimiento establecido en la programación.

VII. REFERENCIAS

ACUÑA Acuña, Jorge. Ingeniería de Confiabilidad. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2003, 328 p.
ISBN 9977-66-141-3

ALBIACH Martínez, Estefanía. Aplicación de la metodología TPM para la reducción del tiempo de ajuste en cambio de formato de una maquina etiquetadora de botellas en una planta de envasado de cerveza (TFM-Master en Ingeniería de Mantenimiento) Universidad Politécnica Valencia – España, 2012, 148 p.

Disponible en:

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/27252/PFM%20Estefan%c3%ada%20Albiach%20Mart%c3%adnez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BARRANZUELA Lescano, Joyce. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura: Universidad de Piura, 2014. 95 p.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1755/ICI_199.pdf?sequence=1

BELOHLAVEK, Peter. OEE Overall Equipment Effectiveness. Su abordaje Unicista. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006.

BARRERA, E. La Semadet plantea renovar todas las ladrilleras de Jalisco [en línea]. En Informador.com, 6 de marzo 2015. [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en:

<http://www.informador.com.mx/jalisco/2015/579964/6/la-semadet-plantea-renovar-todas-las-ladrilleras-de-jalisco.htm>

CAMPOS Juárez, Sandra. Análisis de los factores internos blandos de la productividad dentro de la Estación de Rebombeo CEIBA. Huauchinango: Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango, 2014.

Disponible en:

<https://es.slideshare.net/campitoss/anlisis-de-los-factores-internos-blandos-de-la-productividad-dentro-de-la-estacin-de-rebombeo-ceiba>

CASTILLO Felix, Daniel; CIEZA Castañeda, Oscar. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la lubricación que permita mejorar la confiabilidad de las maquinarias en la Planta Merrill Crowe de Minera Coimolache. Tesis (Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad de Privada del Norte, 2013.

Disponible en:

http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/1337/Industrial_DANIEL%20CASTILLO%20FELIX.pdf?sequence=4&isAllowed=y

CASTILLO Nieto, Jesús Onogri. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total y la mejora en el proceso de producción de pañales desechables de la Línea PI-7 en la empresa Kimberly-Clark, Ate Vitarte, 2015. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2016.

CARDONA Betancurth, Jhon Jairo. Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2013, 211 p.

CAVALCANTI Garay, Migdaliz. Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas, 2013, 95 p.

Disponible en:

<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/273465>

CUATRECASAS, Luis. Total Productive Maintenance TPM. Gestión 2000.com

CUATRECASAS Arbos, Lluís; TORRELL Martínez, Francesca; TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva. Barcelona. España: Editorial

Profit, 2010.

ISBN 978-84-92956-12-8

CRUELLES, José. Productividad e incentivos: cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. Alfa omega grupo editor, S.A de C.V., México, 2013. 220 p.

ISBN: 978-607-707-578-3.

CRUZADO, Antonio. Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión por procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociatividad de Mypes del sector textil. Tesis. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014. 98 p.

ESPINOSA Fuentes, Fernando. Indicadores de eficiencia para el mantenimiento. [en línea]. [fecha de consulta: 15 de julio 2015] Disponible en: <http://campuscurico.utalca.cl/~fepinos/INDICADORES%20DE%20EFICIENCIA%20PARA%20MANTENIMIENTO.pdf>

FUENTES, S. M. (2015) Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C. Tesis (ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Disponible en:

http://tesis.usat.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/527/1/TL_Fuentes_Zavala_SebastianMoises.pdf

HUERTAS García, Rubén; DOMÍNGUEZ Galcerán, Rosa. Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios y turísticas. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona, 2008.

ISBN: 978-84-475-3262-9.

GARCÍA Cantú, Alfonso. Productividad y reducción de costos. Para la pequeña y mediana industria. México: Editorial Trillas, 2011.

ISBN: 978-607-17-0733-8.

GONZÁLEZ Fernández, Francisco Javier. Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. Madrid: Fundación Confemetal, 2005.

ISBN: 84-96169-49-9

GONZÁLEZ Fernández, Francisco Javier. Auditoría del Mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid: Fundación Confemetal, 2004.

ISBN: 84-96169-36-7

GONZÁLEZ Gaya, Cristina; DOMINGO Navas, Rosario; SEBASTIÁN Pérez, Miguel Ángel. Técnicas de mejora de la calidad. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013.

ISBN: 978-84-362-6641-2

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y productividad. 4ª ed. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V., 2014. 382 p.

ISBN: 978-607-15-1148-5.

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto; DE LA VARA Salazar, Román. Control estadístico de la calidad y Seis Sigma, 2009.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, 2014. 705 p.

JARA Chévez, Julio Isaac. Diseño de un sistema de gestión y control de operaciones basado en metodología TPM, para la compañía Soldadura & Montaje Moscoso S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2015, 135 p.

Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10259/1/UPS-GT001282.pdf>

JUAREZ Gómez, Carla Violeta. Propuesta para implementar metodología 5 S's en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS. Xalapa: Universidad Veracruzana.

MELO-GONZÁLEZ, R.; LARA-HERNÁNDEZ, C.; JACOBO-GORDILLO, F. Estimación de la confiabilidad-disponibilidad-mantenibilidad mediante una simulación tipo Monte Carlo de un sistema de compresión de gas amargo durante la etapa de ingeniería. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)* 24(2): 93-104, 2009

MÉNDEZ Rodríguez, Alejandro. La investigación en la era de la información. México: Trillas, 2008, 181 p.
ISBN 978-968-24-8152-9

MEYERS, Fred. Estudio de métodos y tiempos. Pearson educación, México, 2015. 352 p.
ISBN: 968-444-468-0.

MUÑOZ Ibeigarriaga, José Antonio. Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas, 2014, 238 p.

Disponible en:

http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/322311/2/munoz_ij-pub-tesis.pdf

MUÑOZ Vélez, Daniel. Implementación de modelos de excelencia, fortalecimiento del área productiva y aplicación TPM para Pymes del Valle de Aburra a través de la empresa GEO CONSULTING GROUP. Caldas – Colombia: Universidad Lasallista, Facultad de Ingeniería Industrial, 2013, 52 p.

Disponible en:

http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/932/1/Modelos_excelencia_area_productiva_TPM_pymes_GEO_CONSULTING_GROUP.pdf

NULIVALE. Ladrilleras tipo exportación [en línea]. En *El Tiempo*, 11 de agosto

2004. [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en:

<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1579787>

PAJUELO, Enrique. El efecto multiplicador en la construcción a la vista [en línea]. En [masinmobiliario.pe](http://www.masinmobiliario.pe) 29 de setiembre 2016 [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en:

<http://www.masinmobiliario.pe/Noticias-entrevistas-y-mercado-inmobiliario-4-108>

PAJUELO, Enrique. Industria de ladrillos mueve más de US\$ 250 millones [en línea]. En *Revista Perú Construye* 6 de julio 2016 [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en: <http://www.peruconstruye.net/industria-de-ladrillos-mueve-mas-de-us-250-millones/>

PAJUELO, Enrique. La informalidad en la industria de ladrillos ha crecido alrededor de 10% [en línea]. En *El Constructivo.com* 5 de julio 2013 [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en: <http://www.constructivo.com/cn/d/noticia.php?id=9393>

PALOMINO Orizano, Juan Abel; PEÑA Corahua, Julio Daniel; ZEVALLOS Ypanaqué, Gudelia; ORIZANO Quedo, Lincoln Abel. *Metodología de la Investigación*. Lima: Editorial San Marcos, 2015.

ISBN: 978-612-315-262-8

PALOMINO, Stephania. Ladrillos Pirámide alista su primera planta en provincias [en línea]. En *Gestión.pe* 14 de abril 2016 [fecha de consulta: 29 de setiembre 2016].

Disponible en:

<http://gestion.pe/empresas/ladrillos-piramide-alista-su-primera-planta-provincias-2158492>

QUINTERO Perea, Jaime; GONZÁLEZ Pabón, Julián Alberto. Propuesta de un modelo de gestión por procesos para mejorar la productividad el área de producción de la empresa ladrillera La Ximena. Tesis (ingeniero industrial). Santiago de Cali: Universidad San Buenaventura, 2013, 101 p.

Disponible en:

<http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/2108>

RAJADELL Carreras, Manuel y SANCHEZ García, José Luis. Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. Madrid. España: Ediciones Dias de Santos, 2010.

REY Sacristan, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción TPM: Proceso de implantacion y desarrollo. Madrid: Fundación Confemetal, 2001.

ISBN 84-95428-49-0

RIVERA Rubio, Enrique Miguel. Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 232 p.

Disponible en:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera_re.pdf

SALAZAR, José. Insumo, Producto y Calidad y Productividad. 2011.

Disponible en:

<http://calidad-y-productividad-unesr.blogspot.pe/2011/02/insumo-producto-y-calidad-y.html>

SÁNCHEZ Vásquez, Aurelia. Gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del Staff Técnico del área de ingeniería MICSAC, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo.

SILVA Burga, Jorge Enrique. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura: Universidad de Piura, 2013, 88 p.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1263/ING_437.pdf?sequence=1

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para la elaboración de proyectos de investigación científica. Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. 2° ed. Perú. Editorial San Marcos E.I.R.L. editor, 2014, 495 p.

ISBN: 978-612-302-878-7.

VARGAS Sabadías, Antonio. Estadística descriptiva e inferencial. La Mancha: Universidad de Castilla, 2005.

VILLOTA Valencia, César Javier. Implementación de técnica de mejoramiento: TPM para aumentar la productividad del proceso de mantenimiento automotriz, en busca del punto de equilibrio entre la oferta y la demanda empresa Toyocosta S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2014, 162 p.

Disponible en:

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5691/1/UNIVERSIDAD%20DE%20GUAYAQUIL%20\(3\).pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5691/1/UNIVERSIDAD%20DE%20GUAYAQUIL%20(3).pdf)

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

TITULO: Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.

PROBLEMAS			OBJETIVOS			HIPOTESIS			VARIABLES					
PROBLEMA PRINCIPAL: ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de una empresa ladrillera, Carabaylo, 2016?? PROBLEMAS SECUNDARIOS: ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016? ¿De qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016?	OBJETIVO GENERAL: Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. OBJETIVOS ESPECIFICOS: Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. Determinar de qué manera la aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.	HIPOTESIS GENERAL: La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la productividad del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. HIPOTESIS ESPECIFICAS: La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficiencia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016. La aplicación del Mantenimiento Productivo Total mejorará la eficacia del área de producción de la empresa ladrillera, Carabaylo, 2016.												
			Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Fórmula	Escala						
			Mantenimiento Productivo Total	Disponibilidad	Coficiente de disponibilidad	Hoja de Registro Check List	$D = \frac{TF}{TF + TAP}$ TF: Tiempo de funcionamiento TAP: Tiempo de paradas propias	Razón						
				Rendimiento	Coficiente de rendimiento	Hoja de Registro Check List	$Ro = \frac{NPB}{NPTR}$ NPB: Número de piezas buenas NPTR: Número de piezas teóricamente realizadas	Razón						
				Tasa de calidad	Coficiente de tasa de calidad	Hoja de Registro Check List	$C = \frac{TOE}{TOR}$ TOE: Tiempo operativo efectivo TOR: Tiempo operativo real C: Coeficiente de calidad	Razón						
			Productividad	Eficiencia	Razón de eficiencia	Hoja de Registro Check List	$E = \frac{HMU}{HMP} \times 100$ HMU: Horas máquina utilizadas HMP: Horas máquina programadas E: Eficiencia	Razón						
Eficacia	Razón de eficacia	Hoja de Registro Check List		$E = \frac{NLP}{NPLP} \times 100$ NLP: Número de ladrillos producidos NPLP: Número de producción de ladrillos programados E: Eficacia	Razón									

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Instrumento de investigación.

Instrumento de recolección de datos 1

HOJA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO

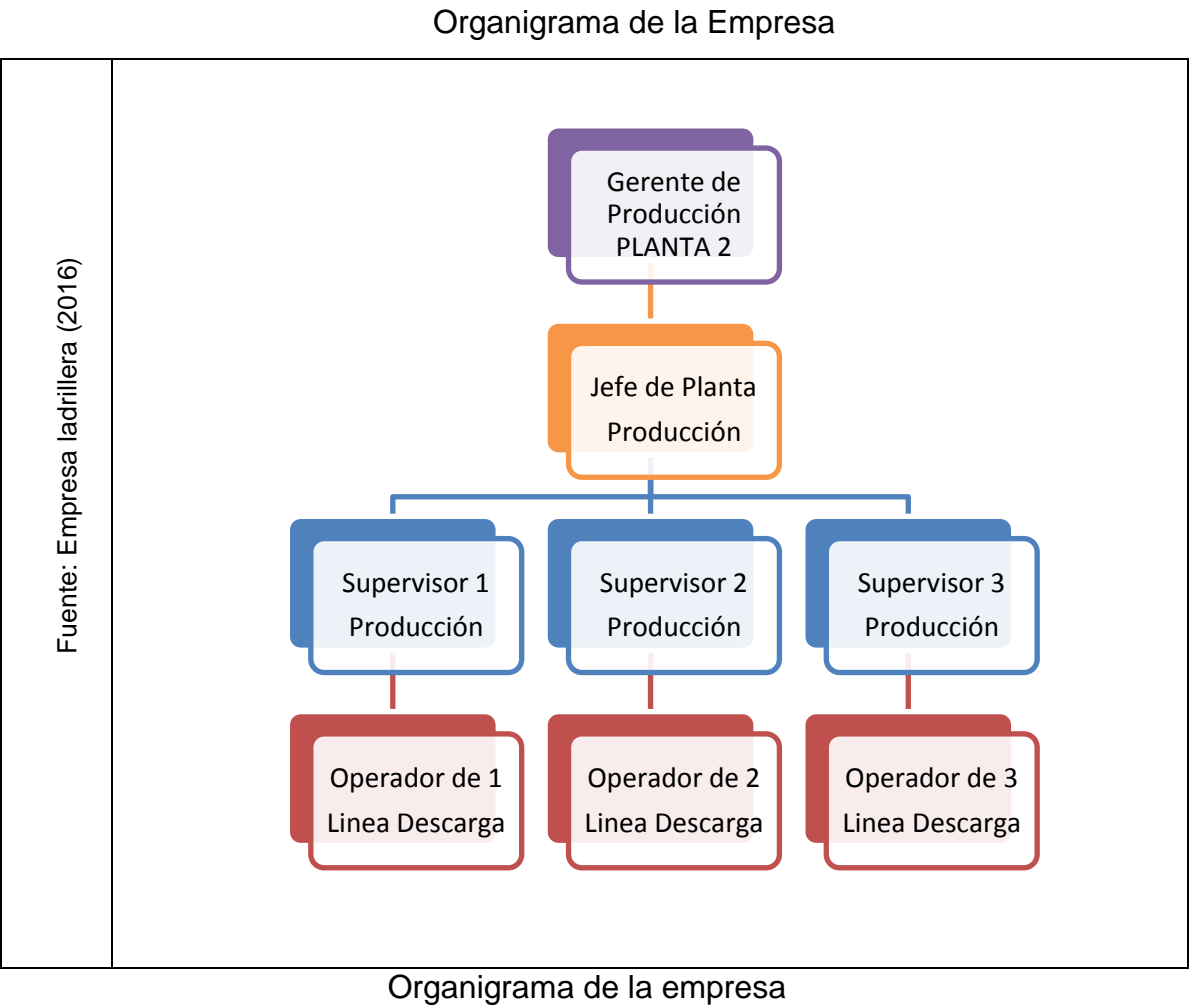
Dimensión	Indicador	Semanas																Total	Calificación
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Disponibilidad	Tiempo de funcionamiento (TF)																		
	Tiempo de paradas propias (TAP)																		
	Tiempo de funcionamiento (TF) / [Tiempo de funcionamiento (TF) + Tiempo de paradas propias (TAP)]																		
Rendimiento	Número de piezas buenas																		
	Número de piezas teóricamente realizadas																		
	Número de piezas buenas/ Número de piezas teóricamente realizadas																		
Tasa de calidad	Tiempo operativo efectivo																		
	Tiempo operativo real																		
	Tiempo operativo efectivo/ Tiempo operativo real																		

Instrumento de recolección de datos 2

HOJA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD

Dimensión	Indicador	Semanas																Total	Calificación
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Eficiencia	Horas máquina utilizadas																		
	Horas máquina programadas																		
	Horas máquina utilizadas/ Horas máquina programadas																		
Eficacia	Numero de ladrillos reales																		
	Número de ladrillos programados																		
	Numero de ladrillos reales/ Número de ladrillos programados																		

Anexo 3. Organigrama de la empresa







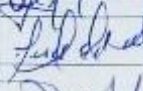
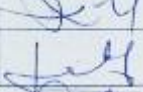

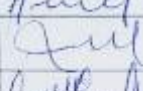
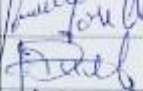

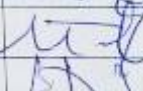
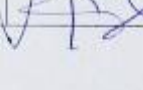
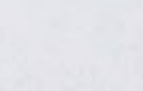
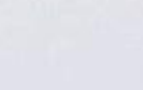


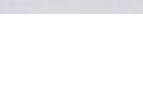
Anexo 4. Formatos

<div></div> <div>SOLICITUD DE QUEJAS Y RECLAMOS</div>						
N°	NOMBRE DEL SILISITANTE	FECHA	DESCRIPCION DEL PROCESO	TIPO DE DAÑO	ATENDIDO POR	SOLUCCION
ELABORADO POR				REVISADO POR		
FIRMA				FIRMA		

	<p>FORMATO</p> <p>DE</p> <p>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>			
EDIFICACION DEL EQUIPO	FECHA DE PROGRAMA MANTENIMIENTO	FECHA DE EJECUCION DEL MANTENIMIENTO	FIRMA DE ACEPTACION	OBSERVACIONES

		FORMATO DE MANTENIMIENTO AUTONOMO	
Ítem	Partes de la maquina	Actividad	Frecuencia
1	Fajas trasportadoras de molienda	Limpieza de cada una de las fajas y verificar que no esté rota	Diaria
2	Motor de las maquinas	Sopletear el polvo del motor inspeccionar las bobinas	Diaria
3	Coches trasportadores de ladrillo	Barrido de basura de los coches para que sean apilados nueva mente	Diaria
4	Cadenas trasportadoras	Lubricación y limpieza de residuos	Diaria
5	Ejes	lubricación y verificación de las vía que estén en buenas condiciones	Diaria
6	Sensores	Limpieza y alineamiento	Diaria
7	Tableros	Sopletear los tableros eléctricos para evitar cortocircuitos y deterioro en los componentes	Diaria
8	Moldes	Limpieza y retirar los residuos de arcilla y de tierra del molde	Diaria
9	Maquinaria	Inspeccionar las maquinas que funcionen correctamente y que cumplan con los dispositivos de seguridad	Diaria

Anexo 5. Control de personal en las capacitaciones.

 FORMATO DE CONTROL DE PERSONAL 	
N°	FIRMA
1 José Ramos Ayala	
2 Miranda Exaltación de la Cruz	
3 Walter Honores Sandoval	
4 Luis Merino Espinoza	
5 Javier la Torre Ramos	
6 Jonathan Vilca mari	
7 Mey Gutiérrez Carrasco	
8 Roger Izaguirre Zapata	
9 Enco Zamora Zamora	
10 José wanchas Clemente	
11 Jorge Aguirre Zamullo	
12 José Córdova Rosario	
13 Pedro Rivera Sánchez	
14 Manuel Huanca huquiwanca	
15 Pablo Soriano Leiva	

Anexo 6. Validación de expertos.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Coeficiente de disponibilidad	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: RENDIMIENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Coeficiente de rendimiento	/		/		/		
	DIMENSIÓN 3: TASA DE CALIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Coeficiente de tasa de calidad	/		/		/		


 MARCIAL OSWALDO
 CASTELLANO SILVA
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 168748

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO DNI: 42773815

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima, 16 abril de 2017



Firma del Experto Informante.

MARCIAL OSWALDO
CASTELLANO SILVA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 168748



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA							
1	Razón de eficiencia	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: EFICACIA							
2	Razón de eficacia	/		/		/		



MARCIAL OSWALDO
CASTELLANO SILVA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 168748

MARCIAL OSWALDO
CASTELLANO SILVA
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 168748

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: CASTELLANO SILVA MARCIAL OSWALDO DNI: 42773817

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL

Lima, 16 abril de 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

MARCIAL OSWALDO
CASTELLANO SILVA
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 168748

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD							
1	Coeficiente de disponibilidad							
	DIMENSIÓN 2: RENDIMIENTO							
2	Coeficiente de rendimiento							
	DIMENSIÓN 3: TASA DE CALIDAD							
3	Coeficiente de tasa de calidad							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sega Malpica Walter Leonor DNI: 09197025

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, abril de 2017


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA							
1	Razón de eficiencia							
	DIMENSIÓN 2: EFICACIA							
2	Razón de eficacia							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Lago Malpica Walter Leonor DNI: 09197825

Especialidad del validador: Ing. Industrial

Lima, abril de 2017

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: DISPONIBILIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Coeficiente de disponibilidad	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: RENDIMIENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Coeficiente de rendimiento	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 3: TASA DE CALIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Coeficiente de tasa de calidad	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. José Pablo Fierro Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 22 abril de 2017


Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA							
1	Razón de eficiencia	/		/		/		
	DIMENSIÓN 2: EFICACIA							
2	Razón de eficacia	/		/		/		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg.: José Pablo Rivera Rodríguez DNI: 25440246

Especialidad del validador: Ing. Industrial


Lima, 22 abril de 2017

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.